

MARIA JOSÉ FACHINI DE OLIVEIRA PARON

INFLUÊNCIA DE TRÊS CULTIVARES DE MILHO, *Zea mays* Linnaeus E DO NÚMERO DE OVOS DE *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) NO PARASITISMO DESTES POR *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 E *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitossanidade, sub área Entomologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. AMÉRICO IORIO CIOCIOLA

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

MARIA JOSÉ FACHINI DE OLIVEIRA PARON

INFLUÊNCIA DE TRÊS CULTIVARES DE MILHO, *Zea mays* Linnaeus E DO NÚMERO DE OVOS DE *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) NO PARASITISMO DESTES POR *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 E *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitossanidade, sub área Entomologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. AMÉRICO IORIO CIOCIOLA

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Oliveira-Paron, Maria José Fachini de.

Influência de três cultivares de milho, *Zea mays* Linnaeus e do número de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) no parasitismo destes por *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 e *Trichogramma pretiosum* Riley (1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) / Maria José Fachini de Oliveira Paron. -- Lavras : UFLA, 1995.

64 p. : il.

Orientador: Américo Iorio Ciociola.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Milho - Praga. 2. Controle biológico. 3. Lagarta da espiga do milho. 4. Parasitóide de ovo. 5. *Trichogramma atopovirilia*. 6. Resposta funcional.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.781

MARIA JOSÉ FACHINI DE OLIVEIRA PARON

INFLUÊNCIA DE TRÊS CULTIVARES DE MILHO, *Zea mays* Linnaeus E DO NÚMERO DE OVOS DE *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) NO PARASITISMO DESTES POR *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 E *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitossanidade, sub área Entomologia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 01 de setembro de 1995



Pesq. Dr. Ivan Cruz



Prof. Dr. César Freire Carvalho



Prof. Dr. Américo Iorio Ciociola
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, UFLA, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e FAPEMIG pelas bolsas de estudo concedidas.

Ao Departamento de Fitossanidade da UFLA, e a seus professores, secretárias e funcionários pelo apoio, incentivos e conhecimentos transmitidos.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA, em especial ao Laboratório de Criação de Insetos, LACRI, e seus funcionários que muito me auxiliaram neste trabalho.

Ao Professor Américo Iorio Ciociola e Dr. Ivan Cruz pela orientação deste trabalho.

Ao meus pais, Laerte e Lourdes, por acreditarem em mim.

Aos Professores Renê L. O. Rigitano, César F. Carvalho, Antônia R. Figueira, Hilário A. de Castro e Américo I. Ciociola, pessoas com imenso senso de humanidade, sensíveis aos problemas que enfrentei em diversos momentos durante o curso e sempre dispostos a ajudar a enfrentá-los.

Aos funcionários do CNPMS/EMBRAPA, especialmente Isaías, Geraldo Magela, Gilberto, Osmar, Mauro, Ismael, Nem, Murilo, Geraldo Múcio, Jô, Regina. À Edirlene e sua família, pelo apoio dado na nossa estadia em Sete Lagoas.

Aos meus primeiros mestres na arte de entender os insetos, José Ricardo Cure e Lúcio A. de Oliveira Campos.

Aos colegas Walter, Mônica, Juvenal, Malu, Roberval, Lau, Niltinho, Juliana, Jefferson, Xandão, Sandra, Alê, Silvério, Luciano, Zaca, Alessandra, Nély, Ana Lúcia, Lusinério, Deise, Iron, Eduardo, Eliane, Edinaldo, Cristiane, Zé Pereira, Zé Aldo, Carla, Aninha, Lurdinha, Edson, Patrícia, Américo Jr., Gregório, Mauro, Beth, Andréa, e outros tantos que foram e virão.

Ao meu amor, Marcos, por existir.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae)	3
2.2 <i>Trichogramma</i>	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Criação de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850)	13
3.2 Criação do hospedeiro alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller, 1879)	14
3.3 Manutenção das linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Riley, 1879) e <i>Trichogramma atopovirilia</i> Oatman & Platner, 1983	15
3.4 Experimento de Laboratório: Resposta de <i>Trichogramma pretiosum</i> e <i>Trichogramma atopovirilia</i> a diferentes densidades de ovos de <i>Helicoverpa zea</i>	15
3.5 Experimento de Campo - Parasitismo de ovos de <i>Helicoverpa zea</i> por <i>Trichogramma</i> spp. em diferentes cultivares de milho	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Experimento de laboratório: Resposta de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Riley, 1879) e <i>Trichogramma atopovirilia</i> Oatman & Platner, 1983 a diferentes densidades de ovos de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850)	20
4.1.1 Número de ovos parasitados por fêmea	20
4.1.2 Número total de ovos parasitados	25
4.1.3 Número de parasitóides produzidos por fêmea	29
4.1.4 Número de parasitóides emergidos por ovo	33
4.1.5 Porcentagem de parasitismo	36
4.1.6 Razão sexual	38
4.2 Experimento de campo: Parasitismo de ovos de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) por <i>Trichogramma</i> spp. em diferentes cultivares de milho	40

	Página
5 CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXO	60

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Composição da dieta artificial para <i>Helicoverpa zea</i> . Fonte: Cruz, 1994	13
2	Número de fêmeas usados e número de ovos de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) empregados nos diversos tratamentos	16
3	Características agronômicas das cultivares empregadas	17
4	Porcentagens médias de emergência de duas espécies de <i>Trichogramma</i> em ovos de <i>Helicoverpa zea</i> em diversas densidades	33
5	Épocas de plantio, cultivares, número médio de ovos de <i>Helicoverpa zea</i> por espiga de milho, porcentagem média de parasitismo dos ovos por <i>Trichogramma</i> spp. e frequência média de espigas portadoras de ovos nas épocas estudadas	41
6	Número médio de ovos de <i>H. zea</i> encontrados por espiga de milho, porcentagem média de parasitismo dos ovos por <i>Trichogramma</i> spp. e frequência média de espigas portadoras de ovos na 4 ^a época de amostragem ...	49

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Croquis de campo mostrando a posição relativa das parcelas (quadrados). O primeiro algarismo indica o número da repetição e o último, a cultivar testada: 1 = BR 205; 2 = BR 451; 3 = BR 400	18
2	Número médio de ovos parasitados por fêmea de <i>Trichogramma atopovirilia</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%	21
3	Número médio de ovos parasitados por fêmea de <i>Trichogramma atopovirilia</i> em função de densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> . Quantidade de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10	21
4	Número médio de ovos parasitados por fêmea de <i>Trichogramma pretiosum</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%	24
5	Número médio de ovos parasitados por fêmea de <i>Trichogramma pretiosum</i> em função de densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> . Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10	24
6	Número total de ovos parasitados por <i>Trichogramma atopovirilia</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%	26
7	Número total de ovos parasitados por <i>Trichogramma atopovirilia</i> em função de densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> . Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10	26
8	Número total de ovos parasitados por <i>Trichogramma pretiosum</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%	28
9	Número total de ovos parasitados por <i>Trichogramma pretiosum</i> em função de densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> . Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10	28

Figura	Página
10	Número médio de parasitóides produzidos por fêmea de <i>Trichogramma atopovirilia</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% 30
11	Número médio de parasitóides produzidos por fêmea de <i>Trichogramma atopovirilia</i> em função de densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> . Quantidade de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10. Não houve ajuste de regressão para os modelos estudados 30
12	Número médio de parasitóides produzidos por fêmea de <i>Trichogramma pretiosum</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5% 32
13	Número médio de parasitóides produzidos por fêmea de <i>Trichogramma pretiosum</i> em função de densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> . Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10. Não houve ajuste de regressão para os modelos estudados 32
14	Número médio de parasitóides emergidos por ovo parasitado por <i>Trichogramma pretiosum</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5% 35
15	Número médio de parasitóides emergidos por ovo parasitado por <i>Trichogramma pretiosum</i> em função de densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> . Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10 35
16	Porcentagem de parasitismo por <i>Trichogramma atopovirilia</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% 37
17	Porcentagem de parasitismo por <i>Trichogramma atopovirilia</i> em resposta a densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> nas diferentes densidades de fêmeas por tubo 37
18	Porcentagem de parasitismo por <i>Trichogramma pretiosum</i> em diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> . Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% 39

Figura	Página
19	Porcentagem de parasitismo por <i>Trichogramma pretiosum</i> em resposta a densidades crescentes de ovos de <i>H. zea</i> nas diferentes densidades de fêmeas por tubo 39
20	Razão sexual resultante na combinação de diferentes densidades de ovos de <i>H. zea</i> e diferentes densidades de fêmeas de <i>Trichogramma pretiosum</i> . Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10 40
21	Infestação por <i>H. zea</i> em três genótipos de milho e seu parasitismo natural por <i>Trichogramma</i> spp. na primeira época de plantio. a), b) e c) número de ovos totais (OT) e número de ovos parasitados (OP); d), e) e f) número médio de ovos por espiga. Valores dentro das colunas brancas indicam o número de espigas amostradas em cada data; valores no topo das colunas hachuradas indicam a porcentagem de parasitismo 43
22	Infestação por <i>H. zea</i> em três genótipos de milho e seu parasitismo natural por <i>Trichogramma</i> spp. na segunda época de plantio. a), b) e c) número de ovos totais (OT) e número de ovos parasitados (OP); d), e) e f) número médio de ovos por espiga. Valores dentro das colunas brancas indicam o número de espigas amostradas em cada data; valores no topo das colunas hachuradas indicam a porcentagem de parasitismo 45
23	Infestação por <i>H. zea</i> em três genótipos de milho e seu parasitismo natural por <i>Trichogramma</i> spp. na terceira época de plantio. a), b) e c) número de ovos totais (OT) e número de ovos parasitados (OP); d), e) e f) número médio de ovos por espiga. Valores dentro das colunas brancas indicam o número de espigas amostradas em cada data; valores no topo das colunas hachuradas indicam a porcentagem de parasitismo 46
24	Número médio de ovos de <i>H. zea</i> por espiga (a) e seu parasitismo por <i>Trichogramma</i> spp. (b) em três genótipos de milho, em três épocas de plantio 48
25	Infestação por <i>H. zea</i> em três genótipos de milho e seu parasitismo natural por <i>Trichogramma</i> spp. na quarta época de plantio. a), b) e c) número de ovos totais (OT) e número de ovos parasitados (OP); d), e) e f) número médio de ovos por espiga. Valores dentro das colunas brancas indicam o número de espigas amostradas em cada data; valores no topo das colunas hachuradas indicam a porcentagem de parasitismo 50

RESUMO

OLIVEIRA-PARON, Maria José Fachini de. **Influência de três cultivares de milho, *Zea mays* Linnaeus e do número de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) no parasitismo destes por *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 e *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).** Lavras: UFLA, 1995. 64p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade).*

Trabalhos de laboratório, destinados a avaliar as respostas de *Trichogramma pretiosum* e *T. atopovirilia* frente ao aumento da densidade dos parasitóides e da densidade dos ovos hospedeiros. As densidades de 1, 3, 5 e 10 fêmeas de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* por tubo de ensaio foram combinadas com as densidades de 30, 60, 90, 120 e 150 ovos de *H. zea*. Todos os parâmetros foram afetados com o aumento da densidade de ovos do hospedeiro, assim como com o aumento da densidade do parasitóide em ambas espécies de *Trichogramma* estudadas. Para ambas espécies de *Trichogramma*, em baixas densidades de ovos, houve interferência mútua, resultando num menor número de ovos parasitados por fêmea em tratamentos com mais de uma fêmea por tubo. No parâmetro número de ovos parasitados por fêmea, a densidade acima da qual não houve mais a interferência mútua foi, para *T. atopovirilia*, 120 ovos (no mínimo 12 ovos disponíveis por fêmea) e para *T. pretiosum* 90 ovos (no mínimo 9 ovos disponíveis por fêmea). No parâmetro número total de ovos parasitados, acima de 5 parasitóides por tubo, foram observadas respostas quadráticas com o aumento da densidade de ovos. A porcentagem de parasitismo foi inversamente proporcional ao aumento da densidade de ovos do hospedeiro para ambas espécies.

No trabalho de campo foi estudada a influência de diferentes cultivares de milho sobre o parasitismo de ovos de *H. zea* por *Trichogramma* spp., baseando-se em infestações

* Orientador: Américo Iorio Ciociola. Membros da banca: Ivan Cruz e César Freire Carvalho.

naturais da praga e do parasitóide presentes nos campos experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da EMBRAPA, em Sete Lagoas (MG). Foram empregados as cultivares: BR 205, BR 451 e BR 400. Na primeira modalidade de plantio, com as cultivares florescendo em intervalos de tempo diferentes, não houve diferença significativa na infestação e no parasitismo de ovos de *H. zea* por *Trichogramma* spp. Na segunda modalidade de plantio, com as cultivares florescendo sincronizadamente, houve maior parasitismo na cultivar BR 451 (62,4%), que diferiu significativamente da BR 400 (34,1%). A cultivar BR 205 (47%) obteve taxas de parasitismo intermediária às das outras cultivares. Conclui-se que características físicas, químicas e morfológicas podem estar afetando, combinadas ou isoladamente, a ação do parasitóide.

SUMMARY

INFLUENCE OF THREE CORN, *Zea mays* Linnaeus, CULTIVARS AND NUMBER OF *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) EGGS ON ITS PARASITISM BY *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 AND *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Laboratory studies aiming to evaluate the response of *Trichogramma pretiosum* and *T. atopovirilia* to the increase of both host and parasitoid densities to respectively 1, 3, 5 and 10 females, and 30, 60, 90, 120 and 150 eggs per vial demonstrated that in densities above 90 eggs for *T. pretiosum* and 120 for *T. atopovirilia* there was no mutual interference. In lower densities to both species, there was fewer eggs parasitised by female. Percent parasitism was lower with the increment of egg density for both species.

Field studies with three corn cultivars (BR 451, BR 400 and BR 205) under two planting schedules demonstrated that when all cultivars were planted in the same date there was unsincronized flowering and no significant differences were found in both pest density and egg parasitism. On the other hand, when planting dates were established as to synchronize flowering and therefore optimize chances of parasitism, higher value was found for BR 451 (62.4%), which differed from BR 400 (34.1%) cultivar. The BR 205 (47.0%) was intermediate among the other two cultivars. Physical, chemical and morphological factors of the cultivars acting isolated or in combination may have had influence in the results obtained but they were not measured.

1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais produtos que contribuem para a sustentação direta ou indireta da população humana mundial. A produção brasileira atingiu 30,56 milhões de toneladas em 1992, sendo o Estado de Minas Gerais o quarto maior produtor, com 3,76 milhões de toneladas produzidas numa área de 1,53 milhões de hectares. A importância social e econômica do milho no Brasil se traduz na área ocupada, 13,95 milhões de hectares, pela mão-de-obra que absorve, mais de 3 milhões de pessoas, e pela sua ampla distribuição geográfica, cultivado em todos os estados da Federação (Anuário..., 1993). Apesar de sua evidente importância, a média de rendimento por área é relativamente baixa, ou seja, 2.282 kg/ha, enquanto que em vários países essa média situa-se acima dos 4.000 kg/ha.

Entre os fatores que contribuem para os baixos índices de produtividade estão os insetos de pré e pós colheita, cujos danos provocam uma redução de 30% na produtividade e as perdas no armazenamento, que alcançam cerca de 20% (Carvalho, 1987). Entre as pragas que ocorrem em várias regiões produtoras no Brasil, destacam-se a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e a lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae). Esta espécie atinge frequentemente altas infestações, reduzindo a produção de grãos em até 8,38% (Cruz et al., 1983). O controle químico de *H. zea* utilizando técnicas convencionais é dificultado porque a lagarta recém emergida imediatamente penetra nos estilo-estigmas em direção à ponta da espiga, onde permanece se alimentando dos grãos, ficando portanto protegida da ação dos inseticidas (Neil e Specht, 1990). Dificuldades de controle devido ao comportamento críptico da fase larval fazem com que os resultados obtidos no uso de produtos químicos e modificações dos tratamentos culturais não sejam satisfatórios; além disso, a crescente oposição da opinião pública ao uso de agrotóxicos, faz com que formas alternativas de controle sejam urgentemente providenciadas (Neil e Specht, 1990).

Atualmente, alternativas de controle têm sido estudadas para minimizar os danos ocasionados por *H. zea*, como por exemplo, o controle biológico. Como agentes de controle biológico, os parasitóides de ovos são bastante propícios para o controle de *H. zea* pois a fase de ovo é fator-chave para a progressão do seu ciclo biológico. Neste sentido, os parasitóides do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são perfeitamente adequados para este objetivo pois são relatados atacando eficazmente esta praga no Brasil (Sá, 1991), e por serem utilizados para o controle de *H. zea* e outras pragas em 14 países (Neil e Specht, 1990).

Para garantir o êxito das liberações dos parasitóides, é necessário o conhecimento dos principais fatores que afetam a eficiência do *Trichogramma*. Padrões de parasitismo encontrados no campo podem ajudar a prever o que se pode esperar em liberações inundativas, e é importante identificar aspectos que precisam ser melhorados para que se obtenha o melhor nível de controle da lagarta da espiga em milho.

O presente trabalho tem por objetivo estudar a influência de dois fatores ambientais que possam modificar o desempenho dos parasitóides no campo. No experimento de campo, o objetivo foi estudar a influência de diferentes cultivares de milho sobre o parasitismo de ovos de *H. zea* por *Trichogramma* spp. e no experimento de laboratório o objetivo foi verificar o comportamento de *Trichogramma pretiosum* Riley (1879) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 quando submetidas a diferentes densidades de ovos do hospedeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae)

Os adultos são mariposas vigorosas, com 40 mm de envergadura, cujo período pré-reprodutivo, dependendo da temperatura, varia de 2 a 5 dias (Carvalho, 1987). As fêmeas podem atrasar o comportamento reprodutivo até encontrar uma planta disponível onde possam depositar seus ovos. A percepção de sinais químicos voláteis de estilo-estigmas desencadeia a produção do feromônio sexual, seguido de sua liberação, o que leva ao acasalamento (Raina, Kingan e Mattoo, 1992). A fêmea vive de 12 a 15 dias, colocando em média 1000 ovos isoladamente ou em grupos de 2 ou 3 (Nakano, 1981; Cruz et al., 1983). A postura é feita ao anoitecer e se inicia com o aparecimento dos primeiros estilo-estigmas. A maioria dos ovos é deixada no terço distal dos estilo-estigmas. A eclosão se dá em 3 a 5 dias e as lagartas recém-emergidas rapidamente se movem para o terço basal dos estilo-estigmas, geralmente abaixo da palha. As lagartas se alimentam de estilo-estigmas frescos e começam a se alimentar de grãos em formação a partir do terceiro ínstar, penetrando ainda mais na espiga nos estágios subsequentes (Archer e Bynum, 1994), ocorrendo canibalismo entre elas. Na espiga do milho, sofrem cinco ecdises; ao final do período larval, que dura de 13 a 25 dias, perfuram a palha e dirigem-se ao solo, aí penetrando numa profundidade de 6 a 8 cm. O período pupal requer de 10 a 15 dias e o ciclo evolutivo total completa-se em torno de 35 dias (Cruz et al. 1983 e Carvalho, 1987).

Helicoverpa zea ocorre em todo o continente americano, desde a Argentina até o Canadá, atacando diversas culturas como soja, feijão, milho, sorgo, alfafa, batata e tomate (Rezende, Miranda e Rosseto, 1982; Fitt, 1989; Puterka, Slosser e Price, 1985), tendo sido observada também em plantas silvestres (Bertels, 1970). Pelo fato de ser polífaga, suas populações podem se desenvolver simultaneamente em várias culturas hospedeiras, além de ser

possível seu estabelecimento contínuo numa área pela exploração de outros hospedeiros alternativos à cultura principal.

As lagartas de *H. zea* possuem um sistema de desintoxicação bem desenvolvido, mas os primeiros instares são susceptíveis a aleloquímicos de plantas cultivadas (Reese, Chan e Waiss, 1982). As fêmeas selecionam os hospedeiros que estão em florescimento para sua postura (Johnson, Stinner e Rabb, 1975). Apesar de ser polífaga, ataca preferencialmente milho e sorgo (Fitt, 1989). Os danos ocasionados no milho são através da destruição de grãos e falhas na espiga devido à alimentação direta dos grãos e estilo-estigmas e pelos danos indiretos provocados pelo orifício de saída da lagarta da espiga que facilita a entrada de microrganismos e umidade que causam o apodrecimento dos grãos, além de abrir caminho para o ataque de outras pragas da espiga, principalmente *Sithophilus zeamays* Motschulsky, 1865 (Coleoptera: Curculionidae) e *Sitotroga cerealella* Olivier, 1819 (Lepidoptera: Gelechiidae) (Carvalho, 1987). Por outro lado, foi encontrada a associação entre *Aspergillus flavus*, fungo produtor de aflatoxina, e os danos provocados por pragas da espiga (Widstrom e Wiseman, 1970).

No Brasil, Carvalho (1987) constatou que as infestações de *H. zea* são de 96,3% e a porcentagem de espigas danificadas é de 90%, com danos de 8,38% em peso (2% grãos comidos, 2% grãos podres e 4,3% falhas). Segundo dados de Kaniuka (1973), nos Estados Unidos, os prejuízos causados por *H. zea* são de aproximadamente 4% em milho dentado e 14% em milho doce. No Brasil, a espiga produzida para consumo 'in natura' alcança preço muitas vezes superior ao milho seco; a espiga verde com a ponta danificada sofre deságio pois sua ponta é cortada para poder ser vendida (Nakano, 1981).

Os inimigos naturais de *H. zea* causam freqüentemente alta mortalidade nas fases de ovo e lagarta; no entanto, em culturas de algodão tratadas com inseticidas no estado do Texas, EUA, o parasitismo larval é da ordem de 3% de acordo com Puterka, Slosser e Price (1985). Entre os parasitóides de ovos, as espécies de *T. pretiosum* e *Telenomus heliothidis* (Hymenoptera: Scelionidae) foram as mais abundantes nesse mesmo estudo, atingindo 28% de parasitismo nos ovos presentes em milho.

2.2 *Trichogramma*

A família Trichogrammatidae é composta por endoparasitóides solitários e gregários de ovos de insetos e inclui os menores insetos conhecidos, com o comprimento variando de 0,2 a 1,5 mm. O gênero *Trichogramma* possui 145 espécies, normalmente associadas a ovos de Lepidoptera. Por outro lado, já foram coletados indivíduos em mais de 400 espécies pertencentes a 203 gêneros, distribuídas em 8 Ordens (Li, 1994). Todos os habitats terrestres amostrados abrigam representantes desta família (Pinto e Stouthamer, 1994).

Através de criações massais em ovos de hospedeiros alternativos tais como *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) ou *Sitotroga cerealella*, são possíveis liberações inundativas do parasitóide antes que a praga chegue ao seu limiar de dano (Parra e Zucchi, 1986). Atualmente mais de 32 milhões de hectares de áreas agrícolas ou florestais são tratadas anualmente através de liberações de *Trichogramma* spp. Mais de 70 espécies já foram utilizadas no mundo, mas até agora somente 20 foram produzidas massalmente para uso no campo. Os últimos vinte anos têm visto considerável uso deste parasitóide numa escala particularmente grande em milho, cana de açúcar e algodão (Li, 1994).

Muitos estudos relataram a eficiência da espécie *T. pretiosum* no parasitismo de ovos de *H. zea* (Puterka, Slosser e Price, 1985; Pinto, Oatman e Platner, 1986; Sá et al., 1991 e Tironi, 1992) na América do Norte e Sul. Nos Estados Unidos, onde consumidores exigem espigas de milho com menos de 5% de dano, liberações inundativas de *T. pretiosum* para controle de populações de *H. zea* foram realizadas no Texas (Neil e Specht, 1990). No Brasil, Sá (1991) e Tironi (1992) mostraram a eficiência dessa espécie no parasitismo de ovos de *H. zea* na cultura do milho.

a) Aspectos biológicos e de parasitismo

Os parasitóides do gênero *Trichogramma* são holometabólicos. Os adultos são de vida livre e as fases de ovo, larva (3 ínstar), pré-pupa e pupa ocorrem dentro do ovo do hospedeiro. A reprodução pode ser sexuada ou por partenogênese, que pode ser de três tipos: arrenótoca (biparental), telítoca (uniparental) e deuterótoca (uniparental) (Parra e Zucchi, 1986).

A localização do habitat do hospedeiro é mediada por vários estímulos, entre eles, os químicos parecem dominar o processo. Os insetos deste gênero demonstraram ter preferências por certos tipos de habitats. Altieri et al. (1981) relataram que o parasitismo de ovos de *H. zea* por *Trichogramma* spp. foi maior na consorciação milho-soja e em soja sem capinas do que na soja mantida livre de plantas daninhas. Andow e Risch (1987) observaram taxas de parasitismo mais altas em monoculturas de milho que em policulturas de milho-feijão-abóbora e de milho-trevo. Fatores como temperatura, umidade e luz são característicos do habitat que podem ter um importante papel na limitação da distribuição destes parasitóides. Para localizar o habitat a longa distância, sinais visuais, sonoros e voláteis químicos estão envolvidos (Nordlund, 1994). Usando extratos de plantas como milho e *Amaranthus* sp. aplicadas sobre as parcelas, Altieri et al. (1981) encontraram maior parasitismo nas culturas estudadas, demonstrando que os extratos aumentaram a diversidade química dos agroecossistemas, tornando-os mais aceitáveis às espécies de *Trichogramma*. Fêmeas de *T. pretiosum* podem usar feromônios sexuais de seus hospedeiros noturnos para localizar o habitat com alta probabilidade de conter mariposas em fase de reprodução, onde ovos dos hospedeiros podem estar presentes (Vet e Dicke, 1992). É importante ressaltar que o tamanho diminuto destes insetos faz com que não tenham uma grande eficiência de vôo, e os movimentos a longa distância sejam feitos através de correntes de ar. Deste modo, a orientação para uma fonte de estímulos além de uma certa distância por estes insetos pode ser dificultada. Uma hipótese é que eles flutuem no ar até detectarem um estímulo apropriado, e então eles simplesmente se deixam cair (Nordlund, 1994).

Uma vez localizado o habitat do hospedeiro, fêmeas do parasitóide são estimuladas a parasitar pela presença de caimônios. A substância química que exerce este efeito foi identificada como sendo o tricosano, presente nas escamas dos lepidópteros deixadas junto aos ovos no momento da postura (Parra e Zucchi, 1986 e Pratissoli, 1989). O processo de parasitismo consiste de uma série de estágios interconectados (Vinson, 1976). Quando o hospedeiro é encontrado, ele passa a ser inspecionado para avaliar sua identidade, condição e disponibilidade como um sítio de postura. Baseado em sinais sensoriais adquiridos antes ou durante o contato, o parasitóide determinará o número de ovos a ser deixado por hospedeiro e ainda o sexo. Antes de tentar parasitar, a fêmea de *Trichogramma* examina o ovo caminhando na sua superfície tocando-o continuamente com suas antenas (Schmidt e Smith, 1989). A maioria das rejeições ocorrem

antes de completar o exame. Se o hospedeiro é aceito, a fêmea coloca-se numa posição de postura e começa a testar o córion em diversas partes do ovo com seu ovipositor. Substâncias marcadoras e fatores que regulam o metabolismo do hospedeiro são injetadas no ato da oviposição. Numa simples inserção do ovipositor, são deixados todos os ovos destinados àquele hospedeiro (Schmidt, 1994). Quando o ovo do hospedeiro é parasitado por *Trichogramma* é observado seu escurecimento devido à deposição de grânulos na superfície interna do córion no 3^o ínstar do parasitóide. Por outro lado, as fêmeas de *Trichogramma* identificam um ovo já parasitado pela presença de feromônios de marcação (Parra e Zucchi, 1986).

O número de ovos que a fêmea de *Trichogramma* coloca por ovo de hospedeiro é variável e depende do seu volume (Schmidt e Smith, 1985). Desta forma, de acordo com Lewis et al. (1976) e Tironi (1992) em ovos de *H. zea* têm sido observado em média 2,5 indivíduos por ovo. Stein e Parra (1987) relataram que o tamanho do ovo do hospedeiro influenciou o número de indivíduos emergidos, sendo que para *A. kuehniella* a média foi de 1,16 indivíduos/ovo e em *S. cerealella* igual a 1. Entretanto, Alencar (1994) obteve em média 1,41 indivíduos por cada ovo dessa última espécie.

Além da capacidade de parasitismo, a espécie do hospedeiro também afeta a fecundidade de *Trichogramma*. Lewis et al. (1976) relataram uma fecundidade média de 14,8 ovos por fêmea quando *T. pretiosum* foi criado em *A. kuehniella* e 9,9 ovos por fêmea quando o hospedeiro foi *S. cerealella*.

A razão sexual em *Trichogramma* é variável, tendo sido observado, em ovos de *H. zea* a relação 0,62 à 0,08 na espécie *T. pretiosum* por Lewis et al. (1976) e 0,60 a 0,06 na espécie *T. atopovirilia* por Tironi (1992). A maioria das espécies de *Trichogramma* regula a razão sexual de seus descendentes por arrenotoquia: ovos fertilizados produzem fêmeas e ovos não fertilizados produzem machos; poucas espécies são telítocas produzindo somente fêmeas na progênie. A alocação de sexo na progênie de acordo com o tamanho do ovo hospedeiro ocorre em muitas espécies de parasitóides; em fêmeas de *Trichogramma* fecundadas, geralmente ovos grandes vão resultar numa progênie de fêmeas excedendo em número a progênie de machos (Suzuki, Tsuji e Sasakawa, 1984; Waage e Ng, 1984). Em ovos hospedeiros que suportam somente um parasitóide, naqueles de menor tamanho é mais freqüente o desenvolvimento de machos, enquanto que as fêmeas predominam em ovos hospedeiros de maior tamanho. Isto pode

corresponder a uma estratégia evolutiva pois as fêmeas requerem uma maior proporção de nutrientes dos ovos hospedeiros e espaço para desenvolvimento que para os machos (Charnov e Skinner, 1985). Em ovos hospedeiros que suportam ao menos dois parasitóides, a seleção favorece a alocação de machos suficientes para fertilizar todas as fêmeas daquele hospedeiro, resultando numa razão sexual altamente desbalanceada em favor das fêmeas (Green, Gordh e Hawkins, 1982).

O número de ovos parasitados por uma fêmea de *Trichogramma* depende da sua linhagem, do tipo de hospedeiro e da longevidade do adulto, que por sua vez depende de outros fatores, como a alimentação, a densidade do hospedeiro, a presença de caimônios e a temperatura (Parra e Zucchi, 1986).

A temperatura afeta a velocidade de desenvolvimento dos insetos (Gallo et al., 1988). As exigências térmicas são variáveis de espécie para espécie, variando também em função do hospedeiro de substituição e procedência da linhagem. Foi verificado por Butler e Lopez (1980) que *T. pretiosum* criada em *S. cerealella* apresentou uma temperatura base (T_b) de $12,2^{\circ}\text{C}$ e a constante térmica (K) foi de $128,7$ graus-dias (GD) e no hospedeiro *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) os valores obtidos foram $11,3^{\circ}\text{C}$ e $131,5$ GD. No Brasil, Bleicher (1985) obteve valores de T_b entre $12,81$ a $13,99^{\circ}\text{C}$ e K entre $123,25$ a $133,25$ GD em populações de *T. pretiosum* criadas sobre ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818), dependendo da procedência da população estudada. Foi ainda observado que a temperatura também afeta a longevidade dos adultos, a razão sexual e o parasitismo. Neste mesmo contexto, a temperatura foi o principal fator encontrado por Pak e van Heiningen (1985) na influência da atividade de parasitismo de fêmeas de *Trichogramma* spp. de mesma idade. Foi observado que baixas temperaturas (12°C) tornaram mais lenta a taxa de parasitismo e reduziram a atividade proporcionalmente.

Em relação à umidade relativa, tem-se que as espécies de *Trichogramma* são muito sensíveis à dissecação, sendo que os valores ótimos situam-se entre 80 a 100%, quando atinge 40% pode reduzir a viabilidade dos ovos para 53% (Parra e Zucchi, 1986). Gross Jr. (1988) verificou que taxas mais altas de emergência de *T. pretiosum* ocorreram quando a umidade relativa oscilou entre 60 a 80% e à temperatura de $32,1^{\circ}\text{C}$.

No tocante à luz, os adultos de *Trichogramma* apresentam marcado fototropismo positivo e em condições naturais são encontrados nas partes mais expostas da planta. A atividade aumenta com a quantidade de luz e isto pode influenciar a procura do hospedeiro (Pak e Oatman, 1982).

A idade do ovo do hospedeiro pode limitar sua aceitação por *Trichogramma*, pois há um endurecimento gradual do córion, que limita a penetração do ovipositor. Além disso, são observadas alterações na qualidade do hospedeiro durante o período embrionário que o torna inadequado para o desenvolvimento da larva do parasitóide (Pak, 1986).

b) Efeitos de densidade

Em sistemas naturais estabilizados, as densidades de ovos de hospedeiros normalmente não apresentam grandes flutuações porque fatores bióticos de mortalidade (inimigos naturais e patógenos) e abióticos estão presentes, regulando a população. Em agroecossistemas, a abundância de alimento para a praga favorece a progressão exponencial de sua população. Em muitos aspectos o agroecossistema se assemelha a um habitat em sucessão primária: os distúrbios criam condições inadequadas para a coexistência continuada da planta, da praga (herbívoros) e inimigos naturais. Nesse contexto, pode-se inferir que o aumento progressivo da densidade de ovos colocados em um campo de milho pode levar a uma situação nunca prevista na proporção do número de hospedeiros para cada inimigo natural presente naquele habitat; nestas situações, a população de um determinado inimigo natural pode estar sendo menos importante no controle da população da praga em baixos níveis de estabilidade de habitat (Price, 1980). A importância dos parasitóides dentro dos fatores bióticos de mortalidade afetando as populações hospedeiras pode somente ser avaliada por estudos detalhados em várias gerações do inimigo natural e da praga (Hassell e Waage, 1984).

Quando os recursos são limitados, a competição entre indivíduos reduz sua taxa reprodutiva ou sua sobrevivência. Os efeitos da competição tornam-se maiores com a superpopulação e são portanto dependentes da densidade. O efeito de dependência de densidade implica em relação inversa entre a densidade da população e sua taxa de crescimento. Em populações de parasitóides, pode haver uma mudança de comportamento se outros indivíduos da

mesma espécie estão próximos ou depois deles detectarem um hospedeiro parasitado. Este comportamento resulta numa menor eficiência de busca com o aumento da densidade do parasitóide (Varley, Gradwell e Hassell, 1974).

Até um certo nível, quando a densidade do hospedeiro aumenta, torna-se mais provável que uma fêmea encontre hospedeiros suficientes para descarregar todo o seu suprimento de ovos. Sob essas condições, é vantajoso para a fêmea reduzir o número de ovos deixados em cada ovo hospedeiro, visando produzir maior número de descendentes de melhor fecundidade e de melhor desempenho reprodutivo (Charnov e Skinner, 1985). Deste modo, o número de parasitóides emergidos por ovo foi inversamente proporcional ao número de ovos disponíveis para parasitismo (Pak e Oatman, 1982).

Resultados obtidos por Hassell (1982), quando os ovos do hospedeiro são colocados agrupados, e não isoladamente na folha, o parasitóide pode ter sua eficiência reduzida se uma única fêmea não conseguir parasitar todos os ovos daquela postura. O mesmo tipo de comportamento foi observado por Morrison et al. (1980).

A densidade do hospedeiro também influencia a capacidade de parasitismo, sendo que o número de ovos parasitados por fêmea aumenta com o aumento da densidade do hospedeiro (Morrison et al., 1980; Pak e Oatman, 1982). Li e Henderson (1993) concluíram, em condições de laboratório, que em densidades de ovos de *Rhopobota naevana* (Hübner) (Lepidoptera: Tortricidae) abaixo de 20 por fêmea de *Trichogramma*, o número de ovos parasitados aumentou com o aumento da densidade de ovos, e se estabilizou acima de 30. Kfir (1981 e 1983) trabalhando com *T. pretiosum* parasitando ovos de *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), observou efeitos deletérios na criação com o aumento da densidade do parasitóide. O incremento de uma para 16 fêmeas para cada 300 ovos resultou numa redução de 72% para 39% de fêmeas, queda no número de ovos parasitados por cada fêmea (de 29 para 14) e um aumento na proporção de parasitóides anões, de 2,4% para 12,4%. Neil e Specht (1990) concluíram, em trabalho de campo, que *T. pretiosum* é mais eficiente quando a população de *H. zea* é mais abundante.

Muitos inimigos naturais de insetos não buscam aleatoriamente os hospedeiros, mas mostram uma marcada resposta à sua distribuição espacial. Alguns parasitóides são atraídos de uma longa distância pelo odor de seus hospedeiros, outros tendem a permanecer por um longo

tempo procurando em áreas onde eles já acharam um hospedeiro. Nos dois casos haverá uma tendência da população do parasitóide demorar mais e portanto agregar-se em áreas onde seus hospedeiros são mais abundantes, causando alta porcentagem de mortalidade comparado a áreas de baixas densidades. Neste caso a dependência de densidade é uma resposta à distribuição do hospedeiro, concentrando suas atividades de busca em locais onde existem as maiores densidades. Esta procura não aleatória é importante porque tende a aumentar a estabilidade da interação hospedeiro-parasitóide. Estudos de campo sugeriram que populações de parasitóides polípagos tendem a ser estáveis. Vertebrados insetívoros, como os pássaros, concentram-se nas espécies mais abundantes, e os parasitóides podem agir analogamente. A estabilidade pode ser promovida também por este tipo de desvio da busca ao acaso. Esta habilidade de mudar de hospedeiro e concentrar-se no mais abundante pode ser um importante fator na estabilidade de populações de parasitóides (Varley, Gradwell e Hassell, 1974).

c) Genótipo de plantas x infestação x parasitismo por *Trichogramma* spp.

Os mecanismos de interação planta-inseto podem ter muitos efeitos, diretos e indiretos, positivos e negativos não somente nos herbívoros mas também nos seus inimigos naturais. O terceiro nível trófico pode ser considerado como parte da bateria de defesa da planta contra os herbívoros (Price, 1980).

Kumar (1992) encontrou uma forte não-preferência oviposicional em fêmeas de *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) em cultivar de milho portador de numerosos tricomas nas folhas. Já Widstrom, McMillian e Wiseman (1979) observaram que algumas características morfológicas estão associadas com os danos provocados pelos insetos. Em teste de livre escolha, mariposas de *H. zea* preferiram ovipositar em milho mais pubescente (cultivar Cacahuacintle) em casa de vegetação.

Botelho et al. (1995) encontraram que o parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) por *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi afetado pela variedade de cana-de-açúcar, concluindo que as características físicas e a arquitetura foliar ligada à disposição das folhas da planta afetaram a ação do parasitóide.

Na cultura do tomate, são muitos os trabalhos associando o parasitismo de ovos de lepidópteros e as características morfológicas de plantas melhoradas geneticamente visando a resistência varietal a essas pragas. Kauffman e Kennedy (1989) observaram menores taxas de parasitismo de ovos de *H. zea* em tomate com maiores densidades de tricomas contendo 2-tridecanona. Kashyap, Kennedy e Farrar (1991) encontraram menores taxas de parasitismo em plantas de tomate que continham metil cetonas em tricomas glandulares. As metil cetonas induziram maiores períodos para atravessar uma folha e o próprio aprisionamento dos parasitóides nos exudatos dos tricomas.

A resistência de plantas a insetos e controle biológico são consideradas estratégias de manejo compatíveis pois o uso de ambos induz a uma redução na taxa de resposta genética da população da praga à pressão de seleção (Bergman e Tingey, 1979). Painter (1968) discutiu duas maneiras nas quais o desempenho dos inimigos naturais pode ser influenciado pelo uso de cultivares resistentes às pragas: 1) reduzindo a densidade do hospedeiro abaixo do ótimo da capacidade de busca do inimigo natural; 2) pela mudança na fisiologia e comportamento da presa, modificando o sucesso do inimigo natural. O pesquisador van Emdem (1991) adicionou a estes o fato de alcalóides e outros aleloquímicos envolvidos na resistência de plantas poderem ser tóxicos aos parasitóides no interior de hospedeiros ou poderem induzir a produção de uma alta proporção de parasitóides machos.

No entanto, o maior impacto da resistência de plantas é a redução da densidade do parasitóide resultante das populações reduzidas da praga. Estudos sugerem que a taxa de parasitismo não é afetada severamente em cultivares resistentes, apesar de reduzirem a abundância do hospedeiro (Bergman e Tingey, 1979).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850)

Esta espécie foi criada a partir de ovos provenientes de criações mantidas em dieta artificial na EMBRAPA/CNPMS de Sete Lagoas, Minas Gerais e de populações oriundas do campo e periodicamente coletadas no ápice de espigas de milho no ponto de grãos leitosos (lagartas a partir do 4^o ínstar).

A criação de manutenção foi iniciada colocando os ovos em sacos plásticos fechados, e mantidas em incubadora regulada a 30°C e umidade relativa 60 ± 10% até a eclosão. No terceiro dia após a eclosão, cerca de 30 lagartas foram transferidas, com auxílio de um pincel fino de pêlo, para um copo plástico de 50 ml, contendo 5g de dieta artificial preconizada por Burton (1969) à base de feijão e modificada por Cruz, 1994 (Tabela 1). Decorridos mais cinco dias, foi procedida a repicagem destas lagartas de 2^o ínstar, individualizando-as em copos de 50 ml contendo 10 g da mesma dieta. Quando criadas a partir de lagartas coletadas no campo, o procedimento foi idêntico a partir da individualização em copos plásticos.

TABELA 1. Composição da dieta artificial para *Helicoverpa zea*. Fonte: Cruz, 1994.

Componentes	Quantidades
Feijão	111,00 g
Levedura de cerveja	33,80 g
Germe de trigo	52,80 g
Ácido ascórbico	3,40 g
Metil parahidroxibenzoato (nipagin)	2,10 g
Ácido sórbico	1,10 g
Formaldeído (10%)	8,50 ml
Ágar	13,70 g
Água	800,00 ml

Após a introdução das lagartas, os copos plásticos foram tampados com placas de acrílico transparente e mantidos em suporte de isopor em temperatura ambiente até a pupação. Aproximadamente 30 dias após a repicagem deu-se a emergência dos adultos. Os adultos foram retirados dos copos, separados por sexo e transferidos na proporção de 30 casais para cada gaiola de postura, constituída de um tubo de PVC de 20 cm de diâmetro, 25 cm de altura, vedado nas duas extremidades com tampa telada (malha 1mm). Os adultos foram alimentados com solução de sacarose a 5% enriquecida com 1% de ácido ascórbico através de um pavio de algodão inserido na tampa de acrílico de um copo plástico de 50 ml.

A extremidade da gaiola voltada para a luz foi recoberta por um guardanapo de papel sob a tampa telada, utilizado como substrato de oviposição. A extremidade posterior do tubo ficou livre, permitindo bom arejamento no interior das gaiolas. As gaiolas de postura foram mantidas em condições naturais de temperatura, umidade e fotoperíodo.

3.2 Criação do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879)

A técnica de criação utilizada foi modificada a partir da metodologia proposta por Parra et al. (1989) em dieta à base de farinha de trigo integral, farinha de milho e levedura de cerveja. A sala de criação foi mantida a 25°C, fotofase 12 horas.

A dieta foi acondicionada em vasilhas plásticas de 10 cm de altura, 20 cm de largura e 30 cm de profundidade, com tampa adaptada provida de uma abertura central coberta com tela de nylon, para possibilitar trocas gasosas. Para cada vasilha contendo 300 g de farinha de milho, 300 g de farinha de trigo integral e 18 g de levedo de cerveja, foi inoculado aproximadamente 0,16 g de ovos de *A. kuehniella*. Foram introduzidos, no seu interior, feixes de papelão ondulado de 3 cm de largura, 20 cm de largura e 22 cm de comprimento para propiciar locais de pupação às lagartas. A bandeja foi tampada e lacrada com fita adesiva para evitar a entrada de parasitóides de larvas. Cerca de 40 dias após o preparo das vasilhas houve o início de emergência dos adultos, ocasião na qual os feixes de papelão foram transferidos das vasilhas plásticas para a caixa de emergência. Esta possui a capacidade de armazenar 8 feixes de papelão. Com a insuflação de CO₂ no interior das caixas de emergência, foram coletados adultos diariamente e colocados em gaiolas apropriadas para coleta dos ovos. A gaiola de postura foi

constituída de um tubo de PVC de 30 cm de diâmetro, 20 cm de altura, tampadas nas extremidades com tela de nylon de malha 1mm. Nestas gaiolas as posturas eram deixadas livremente, sem necessidade de qualquer substrato para fixação; e os ovos coletados diretamente no prato plástico preto sobre o qual cada gaiola ficou apoiada. Uma parte dos ovos foi usada para novas criações e os restantes utilizados para manutenção das linhagens de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* e condução dos ensaios.

3.3 Manutenção das linhagens de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983

As linhagens de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* utilizadas são de ocorrência natural de Sete Lagoas (MG) e foram obtidas, respectivamente, de ovos de *Spodoptera frugiperda* e de *H. zea* coletados em milho (Cruz, Figueiredo e Zucchi, 1994).

Estas linhagens foram mantidas em salas climatizadas a uma temperatura de 25°C, fotofase 12 horas, dentro de vidros de boca larga (17 cm de altura e 14 cm de diâmetro), tampados com PVC laminado. Foram introduzidos cerca de 20.000 ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* colados em retângulos de cartolina branca (10 x 15 cm) com solução de goma arábica a 5%, (Stein e Parra, 1987). Após 10 dias da introdução dos ovos, ocorreu a emergência dos adultos; nesta ocasião foram introduzidas novas cartelas com ovos para continuação do parasitismo e manutenção das linhagens. Nas paredes dos vidros foram colocadas gotículas de mel para alimentação dos adultos emergentes. O controle do número de gerações foi auxiliado por inscrições nas extremidades da cartolina da data da oferta dos ovos e o código da linhagem.

3.4 Experimento de Laboratório: Resposta de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma atopovirilia* a diferentes densidades de ovos de *Helicoverpa zea*

A partir das criações massais de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* cerca de 500 ovos de *A. kuehniella* parasitados foram colocados em tubos de ensaio de 2 centímetros de diâmetro e 10 centímetros de altura e tampados com PVC laminado. Estes tubos foram mantidos sob as

mesmas condições que a criação original até a emergência dos parasitóides. Decorridas aproximadamente 6 horas após a emergência as fêmeas foram individualizadas, baseando-se nas características das antenas (Bowen e Stern, 1966), para a composição dos grupos de fêmeas que foram introduzidos em tubos de ensaio contendo diferentes números de ovos do hospedeiro natural *H. zea*, conforme é apresentado na Tabela 2.

TABELA 2. Número de fêmeas usados e número de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) empregados nos diversos tratamentos.

Parasitóide	Número de fêmeas	Número de ovos de <i>H. zea</i> submetidos às diferentes densidades do parasitóide
<i>Trichogramma pretiosum</i>	1	15, 30, 60, 90, 120, 150
	3	15, 30, 60, 90, 120, 150
	5	15, 30, 60, 90, 120, 150
	10	15, 30, 60, 90, 120, 150
<i>Trichogramma atopovirilia</i>	1	30, 60, 90, 120, 150
	3	30, 60, 90, 120, 150
	5	30, 60, 90, 120, 150
	10	30, 60, 90, 120, 150

Os ovos foram submetidos ao parasitismo aderidos em guardanapo de papel com no máximo 24 horas de desenvolvimento embrionário. O experimento foi conduzido a 25°C, 70% UR e fotofase 12 horas. O período de parasitismo foi de 24 horas. Após a retirada das fêmeas, os ovos foram deixados sob as mesmas condições de incubação descritas anteriormente até a emergência da progênie, ocasião na qual foi feita a avaliação do experimento. Com auxílio de um microscópio estereoscópio, foram observados: número de ovos parasitados (escurecidos), número de ovos com emergência de parasitóide(s) (ovos escurecidos com furo), número de ovos parasitados inviáveis (ovos escurecidos intactos, contendo pupa ou prepupa de parasitóides), número e sexo da progênie emergida e número de parasitóides abortados nos ovos parasitados e a razão sexual (rs), determinada através da fórmula:

$$rs = \frac{\text{número de fêmeas}}{\text{número de fêmeas} + \text{número de machos}}$$

O número de ovos parasitados por fêmea foi analisado como um fatorial: densidade do parasitóide (4 níveis), densidade relativa por ovos do hospedeiro (6 níveis para *T. pretiosum* e 5 níveis para *T. atopovirilia*), dentro de cada espécie de parasitóide. Cinco repetições foram usadas em todos os experimentos. Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância, testes de médias (Tukey 5%) e equações de regressão, utilizando-se o programa estatístico SANEST (Sarriés et al., 1992).

3.5 Experimento de Campo - Parasitismo de ovos de *Helicoverpa zea* por *Trichogramma* spp. em diferentes cultivares de milho

A distribuição dos ovos de *H. zea* foi estudada através de levantamentos populacionais dos ovos encontrados sob condições naturais em estilo-estigmas de três cultivares de milho. As cultivares usadas foram: BR 205, o milho doce BR 400 e o milho de endosperma branco, BR 451. As principais características fenotípicas dos cultivares estão sumariadas na Tabela 3.

TABELA 3. Características agronômicas das cultivares empregadas.

Características	BR 205	BR 400	BR 451
Ciclo (dias)	130	80 (75-85)	130
Altura de planta(cm)	233	238 (214-267)	210-220
Coloração do grão	amarelo	amarelo-laranja	branco
Resistência à lagarta da espiga	alta	média	alta
Cor dos estilo-estigmas	vermelho	verde	verde ou vermelho
Produtividade (t/ha)	8,5 (em grãos)	10,0 (em espigas)	5,0 (em grãos)

Todos os estudos foram conduzidos nos campos experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPMS-EMBRAPA) em Sete Lagoas, Minas Gerais. Os plantios foram feitos em latossolo vermelho amarelo submetidos aos tratos culturais recomendados para a região, com a adubação inicial de 400 kg/ha de fertilizante 4-14-8 e 200 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura aos 35 dias após

o plantio. A cultura foi conduzida livre de plantas daninhas através da aplicação do herbicida Primextra (7 l/ha) e irrigadas por aspersão semanalmente.

Cada unidade experimental (parcela) foi composta por 80 plantas, cultivadas em uma área de 16 m², formando 4 linhas de 4 metros, com o espaçamento de 1 m entre sulcos. A densidade de plantio foi de 10 sementes/metro linear com posterior desbaste para 5 plantas/metro. A bordadura constituiu-se de duas linhas de plantio circundando a área total ocupada pelo conjunto das parcelas. Em todas as épocas de plantio as parcelas foram arranjadas conforme apresentado na Figura 1.

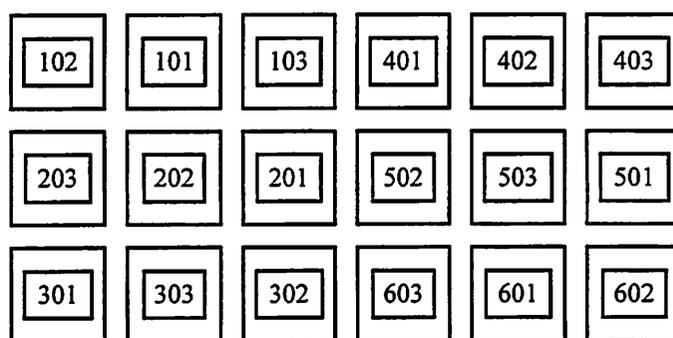


FIGURA 1. Croquis de campo mostrando a posição relativa das parcelas (quadrados). O primeiro algarismo indica o número da repetição e o último, a cultivar testada: 1 = BR 205; 2 = BR 451; 3 = BR 400.

Foram testadas duas modalidades de plantio. Na primeira foram realizados plantios quinzenais nas seguintes datas: 9 de agosto de 1994 (1^a época), 29 de agosto de 1994 (2^a época) e 16 de setembro de 1994 (3^a época), sendo semeados as três cultivares de milho concomitantemente. Na segunda modalidade, o plantio foi escalonado (4^a época), em três etapas: visando coincidir a época de florescimento das cultivares, em cada data foram semeadas as parcelas referentes a somente uma cultivar: BR 205 em 16 de novembro de 1994, BR 451 em 23 de novembro de 1994 e o BR 400 em 28 de novembro de 1994.

Na 1^a época de plantio, a retirada de amostras teve início com as primeiras aparições dos estilo-estigmas (a partir do 70^o dia após o plantio para o milho BR 400, 72^o dia para BR 451 e 79^o para o BR 205). Na 2^a e na 3^a épocas, o descompasso das liberações dos estilo-estigmas ocasionados pelas diferenças fenológicas das cultivares foi compensado pelo atraso do

início das coletas das cultivares BR 400 e BR 451; sendo que todas as cultivares foram amostradas a partir do 76^o (2^a época) e 73^o (3^a época) dias após o plantio. Na 4^a época, o plantio escalonado propiciou o florescimento uniforme de todas as cultivares, e a retirada de amostras pôde ser feita concomitantemente e em igualdade de condições.

Os ovos de *H. zea* foram amostrados no mínimo uma vez por semana em 25 “bonecas” por parcela, coletadas randomicamente, e no máximo 10 bonecas/dia/parcela. Cada “boneca” consistiu dos estilo-estigmas expostos à visitação da mariposa mais a palha circundante a 5 cm abaixo do ponto de inserção da ponta da espiga. As espigas foram amostradas quando se apresentavam frescas ou com mínimo secamento de estilo-estigmas. As “bonecas” foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos e mantidas a 10°C até o exame em laboratório, ocorrido no máximo dentro das 24 horas seguintes à coleta. Todos os ovos de *H. zea* encontrados foram transferidos para células individuais de microplacas para teste sorológico ELISA (Enzyme Linked Immunoabsorbent Assay), em seguida tampados com fita adesiva transparente. Os ovos foram incubados a 25°C e através de observações diárias foram anotados os seguintes parâmetro: número total de ovos de *H. zea* encontrados, número de ovos inviáveis (ovos onde não houve eclosão de lagarta), número de ovos parasitados viáveis (ovos escurecidos com emergência de um ou mais parasitóides), número de ovos parasitados inviáveis (ovos escurecidos sem emergência de parasitóide), número de parasitóides emergidos por ovo e número de espigas amostradas.

Estes dados foram submetidos à análise de variância em que os efeitos (fatores) principais foram a época de plantio e a cultivar da planta. A flutuação de ovos de *H. zea* e seu parasitismo pelas espécies de *Trichogramma* foram comparados graficamente com os dados meteorológicos e relacionados com a fenologia das plantas das diferentes cultivares de milho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento de laboratório: Resposta de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 a diferentes densidades de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850)

Todos os parâmetros foram afetados com o aumento da densidade de ovos do hospedeiro, assim como com o aumento da densidade do parasitóide em ambas espécies de *Trichogramma* estudadas. Foram observados dois tipos de efeitos: um causado pela superpopulação de parasitóides em relação ao número de ovos disponíveis e outro causado pela grande disponibilidade de ovos para poucas fêmeas dos parasitóides.

4.1.1 Número de ovos parasitados por fêmea

a) *T. atopovirilia*

Nesta espécie, quando a densidade de ovos foi de 15 e 30 ovos, o parasitismo por fêmea foi maior quando havia, no mínimo, 10 ovos para cada fêmea (Tabelas 1A, 2A e Figura 2), o que corresponde a uma e três fêmeas por tubo nas densidades de 15 e 30 ovos, respectivamente. Nos tratamentos com 60 e 90 ovos, grupos com 1, 3, e 5 fêmeas por tubo não apresentaram diferença significativa no número de ovos parasitados por fêmea, o que correspondeu a, no mínimo, 12 ovos disponíveis para cada fêmea. No tratamento contendo 120 ovos, todos os grupos de fêmeas tinham mais de 12 ovos disponíveis para cada parasitóide, no entanto o tratamento com uma fêmea foi significativamente superior aos demais no número de ovos parasitados por fêmea (Figura 3a). Com 150 ovos não houve diferença significativa no número de ovos parasitados por fêmea.

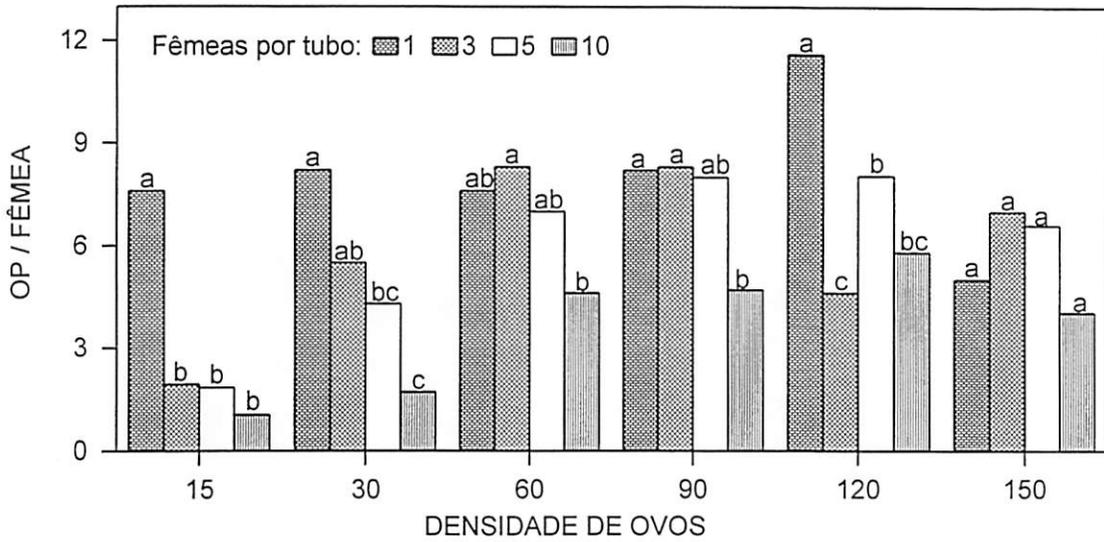


FIGURA 2. Número médio de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma atopovirilia* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

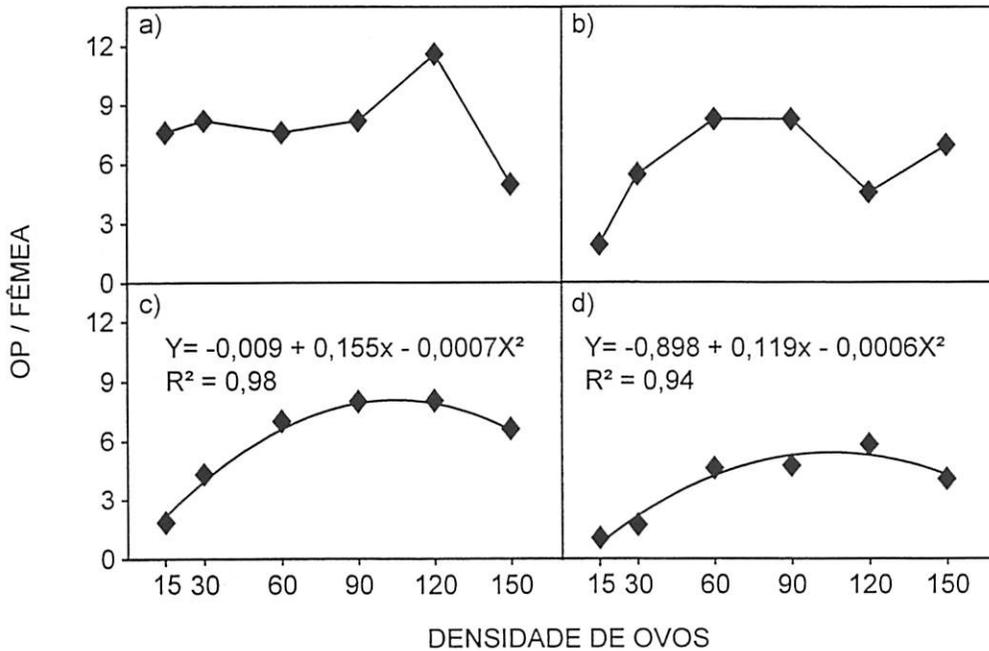


FIGURA 3. Número médio de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma atopovirilia* em função de densidades crescentes de ovos de *H. zea*. Quantidade de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10.

Analisando a capacidade de parasitismo de cada grupo de fêmeas com o aumento da disponibilidade de ovos (Figura 3), notou-se que as fêmeas parasitaram mais quanto maior foi o número de ovos disponíveis, com exceção ao tratamento de 1 fêmea por tubo. Os resultados obtidos ajustaram-se em equações de segundo grau, apresentando os máximos nas maiores densidades (150 ou 120 ovos) e os mínimos na densidade de 15 ovos (Figura 3b,c,d). Com 1 fêmea por tubo (Figura 3a), o número de ovos parasitados por fêmea apresentou-se estável para as densidades de 15 a 90 ovos; na densidade 120, houve um súbito incremento, chegando a 12 ovos parasitados por fêmea, para em seguida, cair novamente ao patamar de 5 ovos parasitados por fêmea na densidade 150. O comportamento da espécie pode estar refletindo uma densidade de ovos próxima a ideal (120) na qual fêmeas isoladas de *T. atopovirilia* responderam com o máximo parasitismo por fêmea, no recipiente e condições ambientais deste experimento. Com 3 fêmeas/tubo observou-se um aumento na taxa de ovos parasitados por fêmea até a densidade 90 ovos (Figura 3b), porém houve uma queda anormal somente na densidade 120. Este ponto fora da curva é inédito e deve ter ocorrido por provável ressecamento dos ovos de *H. zea*. O ressecamento não foi detectado no momento da introdução dos ovos nos tubos de ensaio, mas durante as avaliações do experimento sob aumento de 50 vezes em microscópio estereoscópio, foi notado que alguns ovos estavam ressecados. Apesar de terem sido utilizados somente ovos de 24 horas, o ressecamento foi inevitável pois baixas umidades relativas foram registradas em Sete Lagoas na época da produção dos ovos na criação artificial das mariposas (na segunda semana de janeiro/95, a umidade relativa média às 18h foi de 38%), e como a umidade relativa não foi controlada durante o período de postura das mariposas, o procedimento de emprego de ovos novos não foi suficiente para garantir ovos frescos, viáveis e, principalmente, aceitáveis por *Trichogramma*. A qualidade dos ovos que são submetidos a testes com parasitóides é um item importantíssimo a ser cumprido para se garantir o êxito do parasitismo (Parra e Zucchi, 1986; Gross Jr., 1988), e as fêmeas examinam intensivamente a superfície e o conteúdo interno do ovo para avaliar sua condição como sítio de postura (Schmidt, 1994). Para que seja evitado este tipo de problema, é de fundamental importância que as gaiolas com mariposas em fase reprodutiva sejam mantidas em sala com umidade relativa controlada e que os ovos sejam inspecionados sob microscópio estereoscópico antes de submetê-los ao parasitismo de *Trichogramma* spp. para se detectar, “a priori”, um possível ressecamento.

b) *T. pretiosum*

Para *T. pretiosum*, em baixa densidade de ovos (30), o número de ovos parasitados por fêmea foi significativamente maior também quando, no mínimo, 10 ovos por fêmea estavam disponíveis ao parasitismo (Quadros 1A, 2A e Figura 4). Quando a densidade foi de 60 ovos, grupos com 1, 3 e 5 fêmeas por tubo não diferiram significativamente no número de ovos parasitados por fêmea, correspondendo a no mínimo, 12 ovos disponíveis/fêmea. O tratamento com 10 fêmeas por tubo foi inferior ao tratamento com 1 fêmea, mas não diferiu significativamente dos tratamentos com 3 e 5 fêmeas por tubo. Nas densidades de 90, 120 e 150 ovos, quando qualquer dos tratamentos tinha, no mínimo, 9 ovos disponíveis por fêmea, todos os grupos de fêmeas não diferiram significativamente quanto ao número de ovos parasitados por fêmea, aparentemente indicando a densidade acima da qual, para *T. pretiosum*, não há interferência mútua neste parâmetro estudado. No desdobramento (Figura 5), observou-se que nos tratamentos com 1 e 3 fêmeas por tubo não houve influência do aumento da densidade de ovos no número médio de ovos parasitados por fêmea de *T. pretiosum* (Figuras 5a,b). Nos tratamentos com 5 e 10 fêmeas por tubo, observou-se que quanto maior o número de ovos disponíveis, maior o número médio de ovos parasitados por fêmea (Figuras 5c,d).

Para ambas espécies de *Trichogramma*, em baixas densidades de ovos, é possível dizer que houve interferência mútua, resultando num menor número de ovos parasitados por fêmea em tratamentos com mais de uma fêmea por tubo. De acordo com o relatado por Kfir (1981), com o aumento da densidade do parasitóide (1 fêmea/ 300 ovos para 4 fêmeas/ 300 ovos), há uma queda de 29 para 14 ovos parasitados por cada fêmea, uma redução superior a 50%. Além disso, foi detectado um aumento na taxa de insetos diminutos de 2,4% para 12,4% e a queda na proporção de fêmeas de 72 para 39%. Os resultados indicaram claramente os efeitos adversos da superpopulação do parasitóide em criações mantidas em recipientes de criação em laboratório para liberações inundativas. Apesar do presente estudo ter sido conduzido com densidades relativamente baixas de parasitóides (no máximo 10 fêmeas por tubo), foi possível observar que o desempenho individual das fêmeas foi afetado negativamente quando relativamente poucos ovos foram introduzidos em recipientes fechados onde a população do parasitóide era alta.. Na prática, milhões de parasitóides são criados juntos em cada recipiente, não sendo observada uma

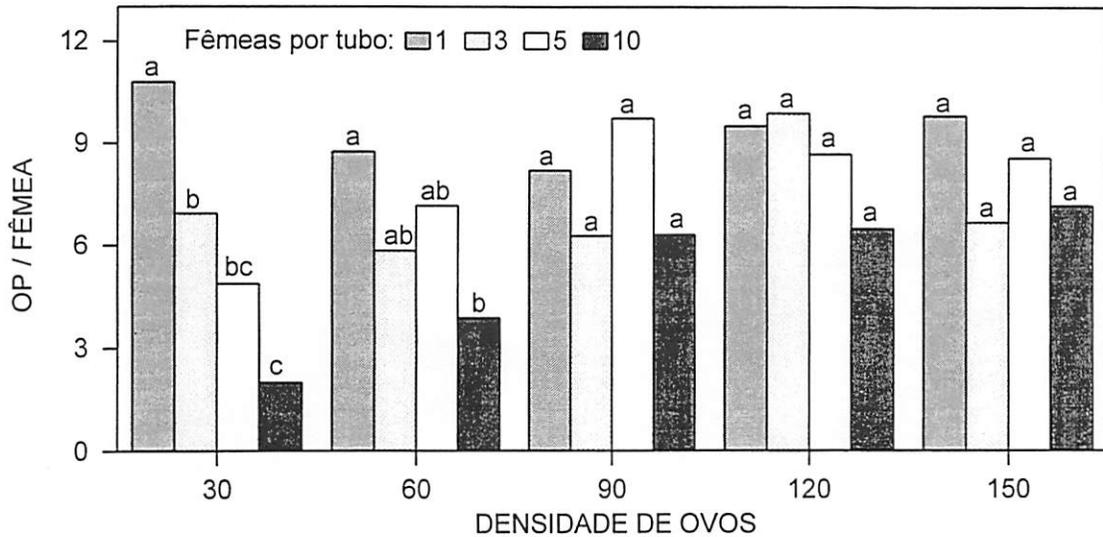


FIGURA 4. Número médio de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma pretiosum* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

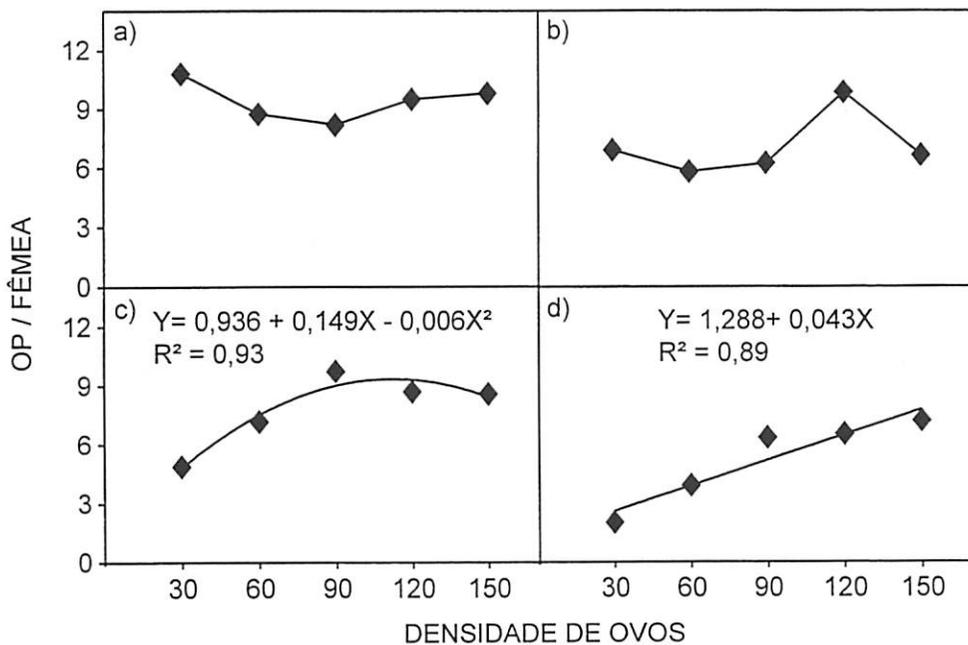


FIGURA 5. Número médio de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma pretiosum* em função de densidades crescentes de ovos de *H. zea*. Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10.

proporcionalidade de ovos a serem submetidos ao parasitismo das fêmeas confinadas num ambiente fechado. Nas condições em que o presente estudo foi conduzido, para *T. atopovirilia*, a densidade mais próxima a ideal situou-se em 120 ovos (no mínimo 12 ovos disponíveis por fêmea) enquanto que para *T. pretiosum*, esta densidade foi de 90 ovos (no mínimo 9 ovos disponíveis por fêmea).

4.1.2 Número total de ovos parasitados

a) *T. atopovirilia*

Em baixas densidades de ovos do hospedeiro (15 e 30), grupos de 1, 3, 5 e 10 fêmeas de *T. atopovirilia* se igualaram no parasitismo total de ovos (Figura 6). Com 60 ovos disponíveis, os grupos contendo 10 e 5 fêmeas se destacaram como os mais eficientes, resultando em 42 e 32 ovos parasitados, 76 e 58% de parasitismo, respectivamente. Na densidade 90 ovos, os grupos contendo 10 e 5 fêmeas também foram superiores aos grupos de 1 e 3 fêmeas por tubo, resultando em 52 e 41% dos ovos parasitados. Na densidade de 120 ovos, os tubos contendo 10 fêmeas tiveram superioridade no número total de ovos parasitados; diminuindo o número de fêmeas para a metade (5), houve um decréscimo de 36% no número total de ovos parasitados. Na maior densidade de ovos, 10 fêmeas por tubo foram tão eficientes quanto 5/tubo; apesar destas não diferirem significativamente de 3/tubo. Pode-se notar que em todas as densidades de ovos, os tubos com 10 fêmeas sempre apresentaram parasitismo total maior ou igual aos demais tratamentos, apesar de, individualmente, cada fêmea parasitar menor quantidade de ovos (Figura 2). Dentro de cada densidade de ovos, quanto maior o número de fêmeas, maior o número de ovos parasitados, exceto para as densidades 15 e 30. Os tratamentos com 1 e 3 fêmeas não apresentaram ajuste de regressão pelos modelos estudados, não sendo detectada diferença significativa nas diferentes densidades de ovos, indicando que o número total de ovos parasitados foi independente da densidade de ovos do hospedeiro (Figura 7a,b). Nos tratamentos com 5 e 10 fêmeas por tubo (Figura 7c,d), foi observada uma tendência de aumento do número de ovos parasitados com o aumento da disponibilidade de ovos em respostas quadráticas, revelando uma resposta funcional com tendência de estabilizar os incrementos de número de ovos parasitados

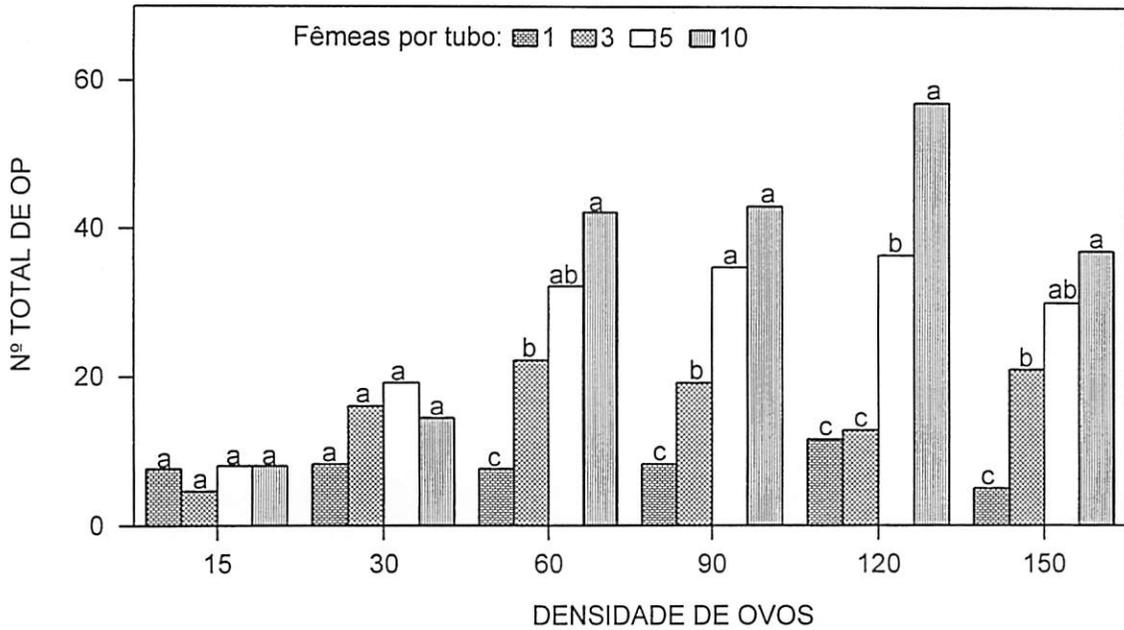


FIGURA 6. Número total de ovos parasitados por *Trichogramma atopovirilia* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

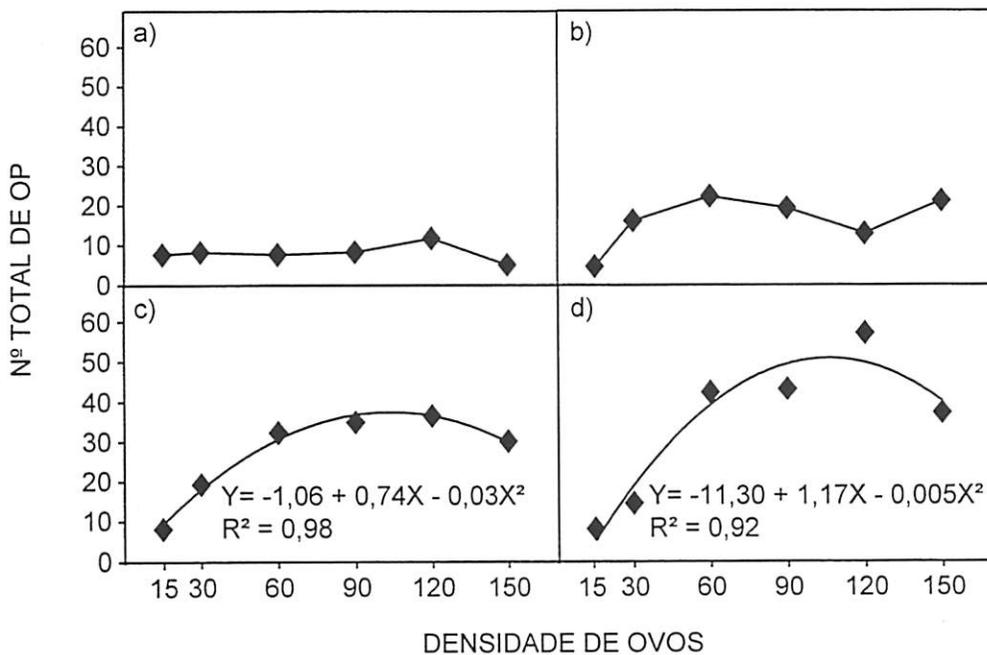


FIGURA 7. Número total de ovos parasitados por *Trichogramma atopovirilia* em função de densidades crescentes de ovos de *H. zea*. Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10.

quando sua disponibilidade relativa é alta. A mesma tendência foi observada por Cabello e Vargas (1988) em trabalhos utilizando *Trichogramma cordubensis* ao parasitar ovos de *Ephesia kuehniella*. Este comportamento foi citado por Price (1975) como resposta “tipo 2 de Holling”, onde o parasitismo obedece uma taxa decrescente com o aumento do número de hospedeiros. Essa resposta é comum em parasitóides e predadores de insetos (Holling, 1961).

b) *T. pretiosum*

Em *T. pretiosum* houve diferença significativa entre os tratamentos em todas as densidades de ovos testadas (Figura 8). Quando 30 ovos foram oferecidos aos grupos de fêmeas, tratamentos que continham mais que uma fêmea por tubo foram mais eficientes no parasitismo total de ovos; os tratamentos com 3 e 5 fêmeas por tubo não diferiram significativamente de 1 fêmea por tubo. Dobrando-se a quantidade de ovos (60), os tratamentos com 5 e 10 fêmeas foram significativamente superiores aos demais. Na densidade de 90 ovos, os grupos com 10 fêmeas foram capazes de parasitar um total de ovos superior aos demais grupos; diminuindo o número de fêmeas para a metade, houve uma queda de 23% no número total de ovos parasitados; com 3 fêmeas o decréscimo também foi significativo: 70% em relação ao total de ovos parasitados quando havia 10 fêmeas por tubo. No desdobramento, em tubos contendo 1 e 3 parasitóides (Figura 9a) não foi observada diferença significativa no número total de ovos que as fêmeas foram capazes de parasitar quando densidades crescentes de ovos foram oferecidas. Grupos de 5 e 10 fêmeas (Figura 9c,d) responderam significativamente ao aumento da densidade de ovos, mostrando respostas quadráticas, com aumento do número total de ovos parasitados na densidade 120. Kfir (1983) observou a mesma resposta funcional para *T. pretiosum* em grupos de 2, 4 e 8 fêmeas por tubo a 25°C em ovos de *Phthorimaea operculella* Zeller.

As espécies de *Trichogramma* apresentaram comportamento similar frente ao aumento da densidade de ovos no parâmetro número total de ovos parasitados sendo que em densidades baixas dos parasitóides, 1 e 3 fêmeas por tubo, a tendência foi de estabilidade no número de ovos parasitados totais e em densidades altas (5 e 10 fêmeas por tubo), houve resposta funcional ao aumento da densidade de ovos do hospedeiro. Em criações massais, é interessante que se garanta o maior número possível de ovos parasitados e viáveis, produzindo parasitóides

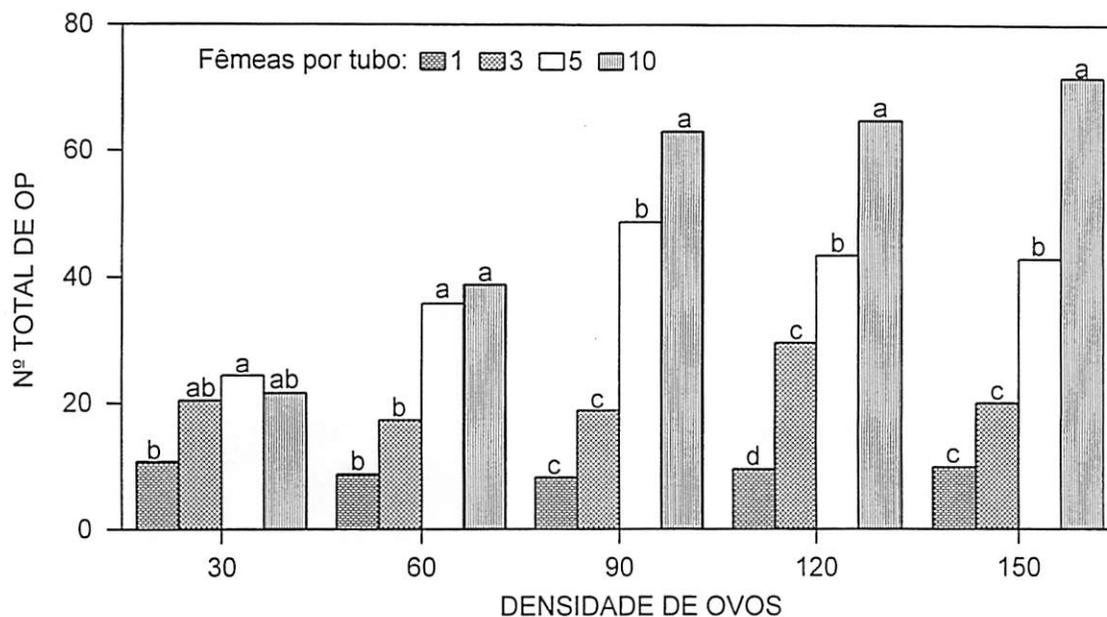


FIGURA 8. Número total de ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

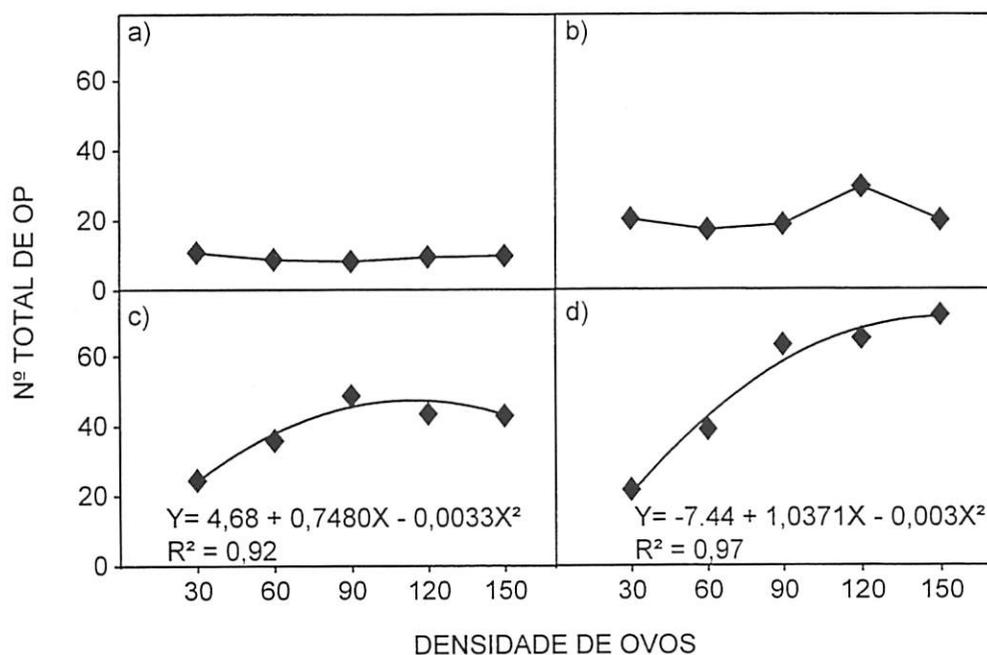


FIGURA 9. Número total de ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* em função de densidades crescentes de ovos de *H. zea*. Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10.

sadios, na maioria fêmeas, com boa capacidade de busca e alta capacidade de parasitismo. Quando a pressão populacional é alta, nem sempre as características mencionadas são conseguidas. No presente estudo, foi verificado que em situações onde menos que nove (*T. atopovirilia*) e seis (*T. pretiosum*) ovos estão disponíveis por fêmea (densidades 90 e 60 ovos), em tubos com alta densidade de parasitóides (10), foram produzidos tantos ovos parasitados quanto em tubos com 5 e até 3 fêmeas por tubo. Cada recipiente de criação massal de *Trichogramma* spp. do CNPMS pode produzir, em média, 20.000 parasitóides quando se utiliza 20.000 ovos de *A. kuehniella* por cartela. Supondo-se uma razão sexual de 0,5, cerca de 10.000 fêmeas emergem de cada cartela dentro de cada recipiente de 2,5 l. Se a mesma relação existir, no mínimo 3 a 5 cartelas deverão ser introduzidas para cada cartela parasitada, fornecendo de 6 a 9 ovos por fêmea (60.000 a 100.000 ovos). É importante ressaltar que esta relação deve ser verificada para as condições em que esses parasitóides serão produzidos, em estudos futuros.

4.1.3 Número de parasitóides produzidos por fêmea

a) *T. atopovirilia*

A progênie produzida por fêmea foi significativamente afetada pelas densidades de parasitóides presentes. Em *T. atopovirilia*, o número de parasitóides produzidos por cada fêmea na densidade 15 foi significativamente superior aos demais nos tubos com uma fêmea (Figura 10), apesar de não diferir do tratamento com 5 fêmeas, sendo que estes foram significativamente iguais aos com 3 e 10 fêmeas por tubo. Na densidade 30, o tratamento com uma fêmea por tubo foi superior aos demais, produzindo 12 indivíduos em média, exceto para 3 fêmeas, que não diferiu significativamente do tratamento com 5 fêmeas, que por sua vez não diferiu significativamente de 10 fêmeas, que produziu 2,5 indivíduos em média. Nas densidades 60, 90 e 150 ovos não houve diferença significativa entre os tratamentos com 1, 3, 5 e 10 fêmeas por tubo. Na densidade 120, novamente o tratamento com uma fêmea foi superior aos demais, produzindo 15 indivíduos por fêmea; resultado já esperado pois nessa densidade o número de ovos parasitados por fêmea também foi maior no tratamento com 1 fêmea por tubo (Figura 2). No desdobramento (Figura 11), é possível notar a tendência de as menores taxas de produção de

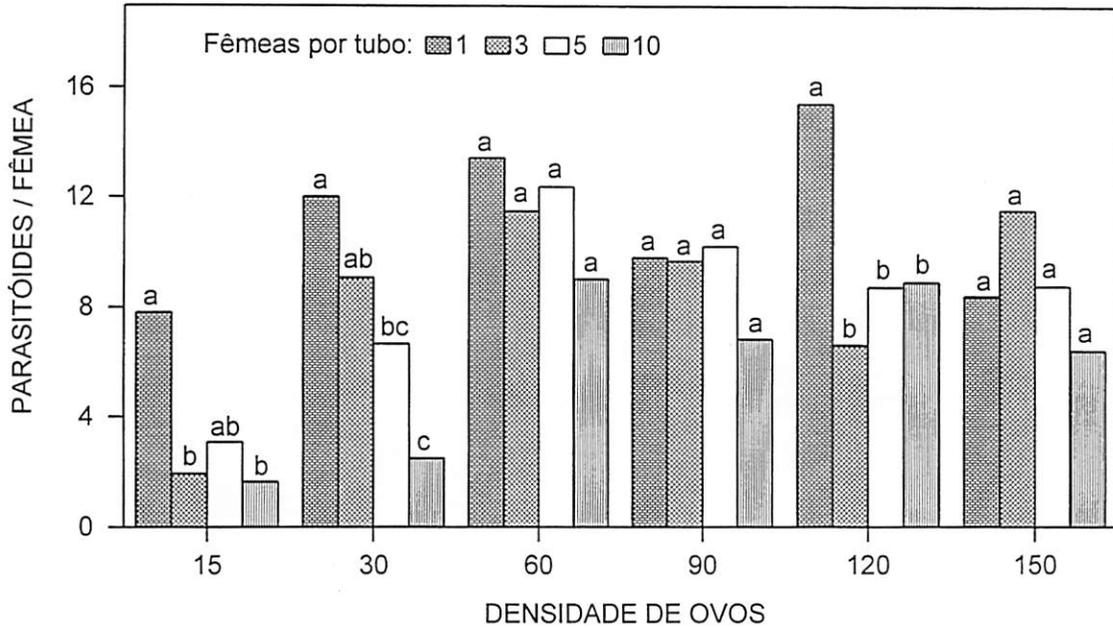


FIGURA 10. Número médio de parasitóides produzidos por fêmea de *Trichogramma atopovirilia* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

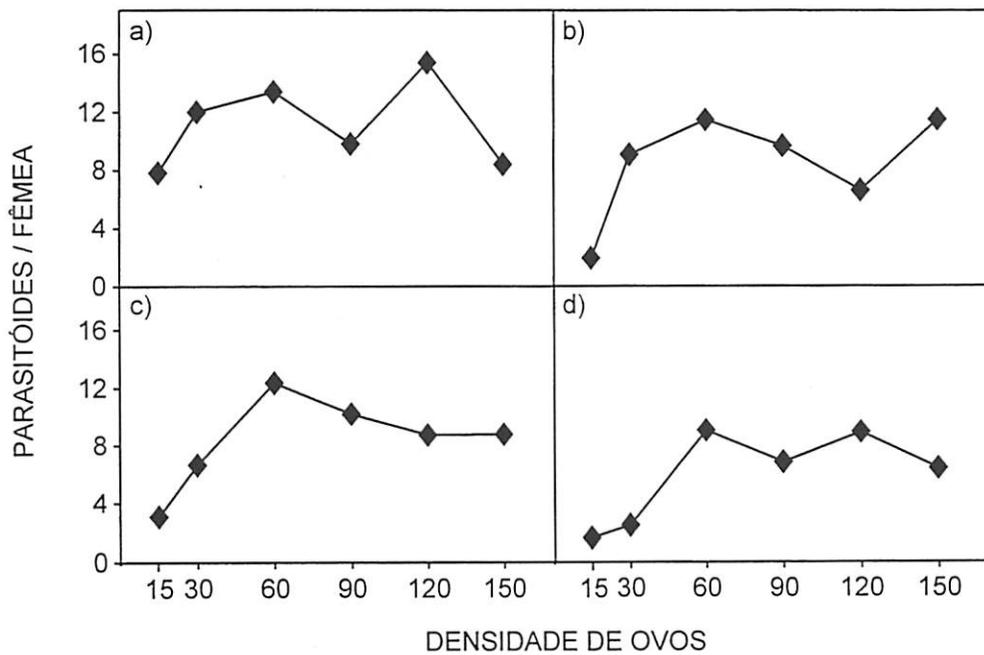


FIGURA 11. Número médio de parasitóides produzidos por fêmea de *Trichogramma atopovirilia* em função de densidades crescentes de ovos de *H. zea*. Quantidade de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10. Não houve ajuste de regressão para os modelos estudados.

parasitóides por fêmea acontecerem na densidade de ovos mais baixa, ou seja, 15 ovos, provavelmente por ter ocorrido superparasitismo e alguns parasitóides terem sido abortados (Tabela 4). Nas densidades de parasitóides mais altas (5 e 10) (Figura 11c,d) as maiores taxas foram obtidas a partir da densidade 60; enquanto que em 3 fêmeas por tubo este pico se deu na densidade 150, e para 1 fêmea por tubo, em 120 ovos.

b) *T. pretiosum*

Nesta espécie, a densidade de 30 ovos apresentou a maior taxa de parasitóides produzidos por fêmea quando havia somente uma fêmea por tubo (Figura 12); médias decrescentes foram observadas nas demais densidades. Nas densidades de 60, 120 e 150 ovos, as taxas se igualaram em todos os tratamentos, indicando que, aparentemente, não houve influência da presença de outras fêmeas nos desempenhos individuais. Na densidade 90, fêmeas do tratamento 1/tubo se destacaram produzindo 17 parasitóides cada, igualando-se significativamente aos tratamentos de 5 e 10/tubo. O tratamento com 3 fêmeas por tubo foi o que apresentou a menor taxa: 8 parasitóides por fêmea, contra os 10 e 12/fêmea produzidos quando havia 10 e 5 fêmeas por tubo, respectivamente (embora não fossem significativamente diferentes segundo o Teste de Tukey, a 5% de probabilidade). No desdobramento, não houve ajuste de regressão para os modelos estudados em todas as densidades de parasitóides e somente o tratamento com 1 fêmea por tubo respondeu às densidades crescentes de ovos de *H. zea* empregadas (Figura 13a), com picos irregulares nas densidades 30, 90 e 150, e apresentando a menor taxa na densidade 60, com 10 parasitóides/fêmea e a maior na densidade 30, com 19 parasitóides/fêmea. As oscilações parecem estar relacionadas com taxas de emergência diferenciais geradas nos diferentes tratamentos (Tabela 4) pois em todas as densidades testadas, a quantidade mínima de ovos disponíveis para cada mãe sempre foi maior ou igual a 30, indicando disponibilidade relativamente alta de ovos. Kfir (1982) observou taxas decrescentes de progênie de fêmeas por cada fêmea (mãe) em *Trichogramma brasiliensis* com o aumento da densidade de 1 para 8 parasitóides/tubo para cada 150 ovos de *Heliothis armigera*.

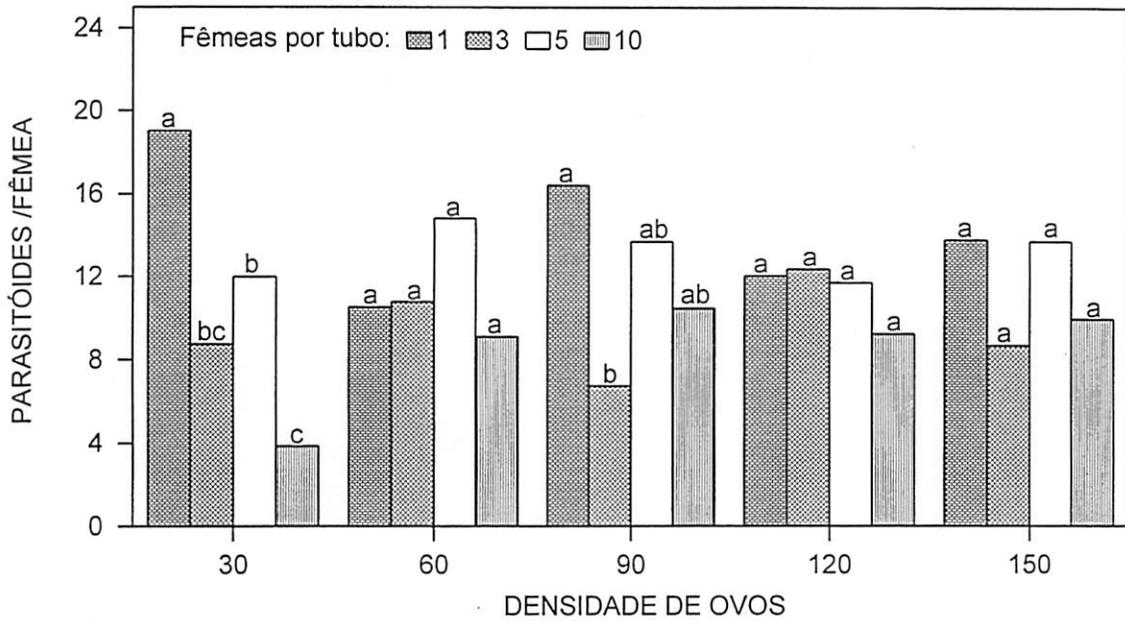


FIGURA 12. Número médio de parasitóides produzidos por fêmea de *Trichogramma pretiosum* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5%.

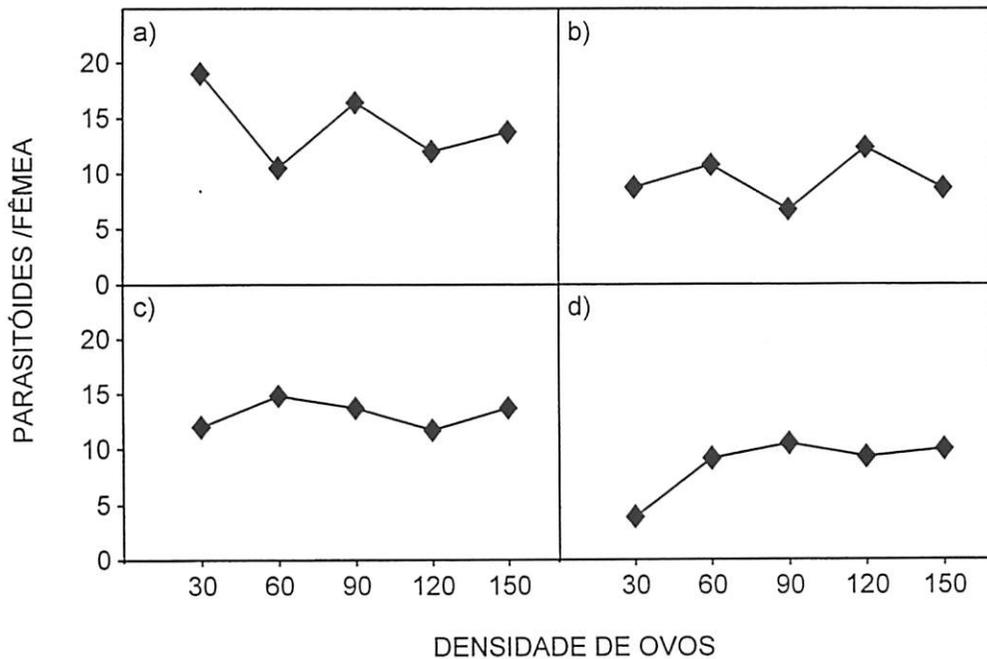


FIGURA 13. Número médio de parasitóides produzidos por fêmea de *Trichogramma pretiosum* em função de densidades crescentes de ovos de *H. zea*. Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10. Não houve ajuste de regressão para os modelos estudados.

4.1.4 Número de parasitóides emergidos por ovo

a) *T. atopovirilia*

Em *T. atopovirilia*, o número médio de parasitóides emergidos por cada ovo parasitado não foi diferente nas diversas densidades de ovos testadas. É importante ressaltar que taxas de abortos diferenciadas foram observadas (Tabela 4), mas somente na densidade de 15 ovos estas foram significativamente maiores que as demais. Nestas condições, o superparasitismo é mais provável pois a baixa disponibilidade de ovos faz com que várias fêmeas tentem parasitar os poucos ovos aptos ao parasitismo.

TABELA 4. Porcentagens médias de emergência de duas espécies de *Trichogramma* em ovos de *Helicoverpa zea* em diversas densidades.

Espécie do parasitóide	Fêmeas por tubo	Densidade de ovos					
		15	30	60	90	120	150
<i>Trichogramma atopovirilia</i>	1	83,1	89,4	100,0	86,5	96,9	100,0
	3	77,7	95,6	90,1	90,2	93,9	100,0
	5	85,7	89,7	92,2	93,2	90,5	91,8
	10	78,2	84,4	91,7	91,1	98,5	90,6
	média	81,1 b	89,8 a	90,3 a	93,1 a	94,9 a	95,6 a
<i>Trichogramma pretiosum</i>	1		92,7	96,0	100,0	83,1	92,3
	3		92,9	92,0	90,9	87,5	94,5
	5		86,9	89,8	89,4	91,1	94,3
	10		90,3	94,3	93,0	85,3	90,5
	média		90,7 ab	93,0 a	93,3 a	86,8 b	92,9 a

b) *T. pretiosum*

O número de parasitóides emergidos por ovo para esta espécie foi significativamente diferente em algumas situações (Figura 14). Na densidade 30, o tratamento contendo 5 fêmeas por tubo apresentou a surpreendente taxa de emergência de 2,84 parasitóides por ovo, contrastando significativamente das demais, inferiores a 2 parasitóides por ovo. A baixa

disponibilidade de ovos nos tubos com 5 fêmeas fez com que a competição intraespecífica fosse grande, resultando numa maior taxa de emergência; ao dobrar a quantidade de fêmeas por tubo, esta competição foi ainda maior e inibiu o parasitismo de algumas fêmeas, que procuravam deixar o local onde buscavam ovos para parasitar. Este comportamento também foi observado por Kfir (1983), concluindo que a forte tendência de abandonar o local reduz o tempo disponível para a busca, e reduz a proporção de ovos encontrados e parasitados por fêmea. Na densidade 60, a interferência mútua foi abrandada pois o dobro de ovos estava disponível às fêmeas dos tratamentos que tinham 10/tubo, e elas parasitaram tanto quanto as dos tratamentos com 3 e 5/tubo; o tratamento com uma fêmea por tubo apresentou a taxa significativamente menor de 1,3 parasitóides/ovo. Na densidade 90, a menor taxa de parasitóides emergidos por ovo ocorreu no tratamento com 3 fêmeas por tubo, embora significativamente igual a 5 e 10/tubo; a maior taxa foi observada no tratamento com uma fêmea por tubo. Nas densidades acima de 120 ovos, não houve diferença significativa entre os tratamentos, e todos apresentaram taxas inferiores a 1,7 indivíduos por ovo.

No desdobramento (Figura 15), com 1 e 3 fêmeas por tubo foram observados valores entre 1,3 e 2 indivíduos emergidos por ovo. Com 5 fêmeas por tubo houve resposta quadrática, sendo que, quanto maior o número de ovos disponíveis, menor o número de indivíduos emergidos por ovo. Isto pode corresponder a uma estratégia evolutiva pois quando fêmeas encontram progressivamente mais ovos disponíveis ao parasitismo, é mais provável que os hospedeiros sejam suficientes para esta descarregar todo seu suprimento de ovos, tornando vantajoso diminuir a postura por ovo hospedeiro, visando aumentar o número de descendentes de melhor fecundidade e melhor desempenho reprodutivo conforme também foi observado por Charnov e Skinner (1985). Colocando-se 10 fêmeas por tubo, houve aumento no número de parasitóides por fêmea entre a densidade de 30 e 60 ovos hospedeiro, sendo que os valores foram decrescentes à partir desta densidade de ovos. O resultado ocorreu porque, aparentemente, na densidade 30, a competição intraespecífica estava alta pois havia 3 ovos disponíveis por fêmea, inibindo o ímpeto fisiológico de ovipositar de algumas fêmeas, levando à média de 2 parasitóides emergidos por ovo. Já na densidade 60, havia 6 ovos disponíveis por fêmea e provavelmente a maioria das fêmeas foram estimuladas a parasitar, aumentando a taxa de parasitóides emergidos por ovo para, em média, 2,5.

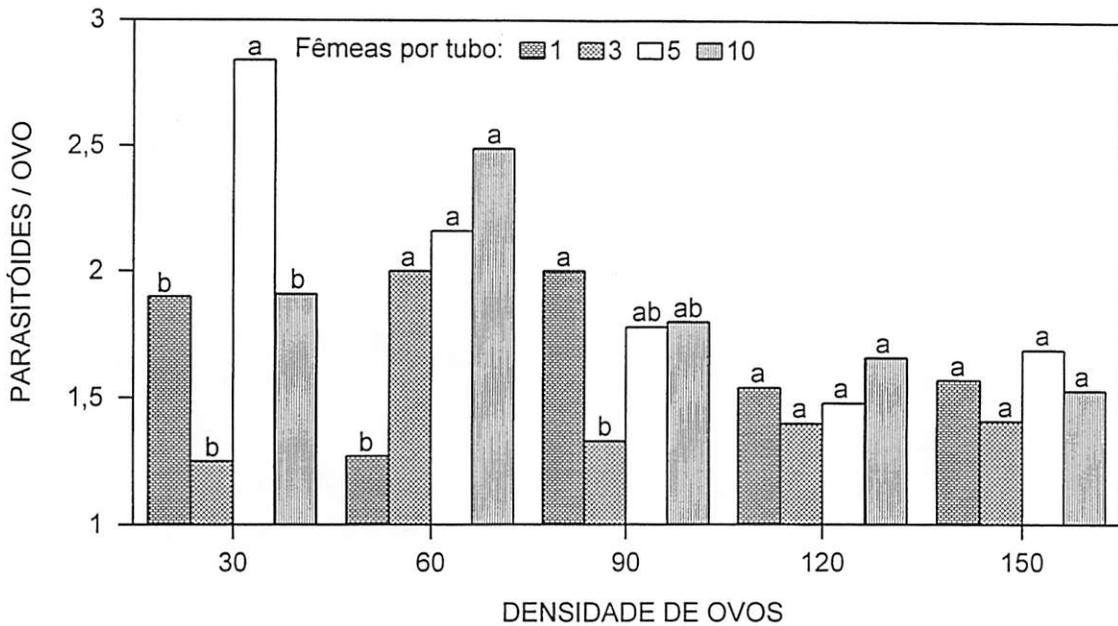


FIGURA 14. Número médio de parasitóides emergidos por ovo parasitado por *Trichogramma pretiosum* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5%.

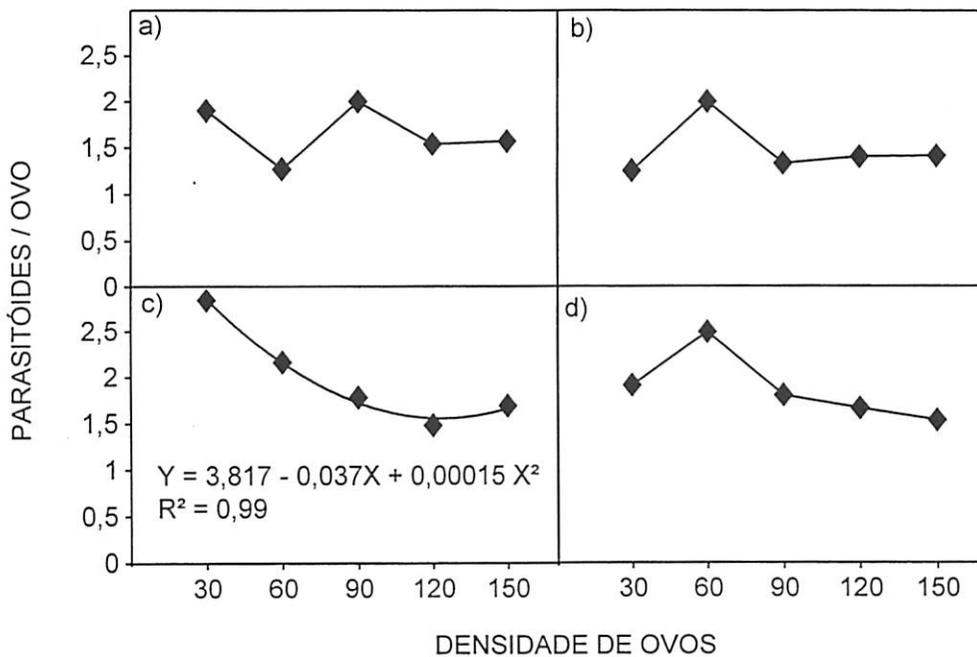


FIGURA 15. Número médio de parasitóides emergidos por ovo parasitado por *Trichogramma pretiosum* em função de densidades crescentes de ovos de *H. zea*. Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10.

4.1.5 Porcentagem de parasitismo

a) *T. atopovirilia*

Com 15 ovos (Figura 16), a porcentagem de parasitismo pelo ataque de *T. atopovirilia* foi maior quando 10 fêmeas estavam presentes no tubo, porém não diferiu significativamente de tratamentos com 5 e 1 fêmea. Na densidade 30, as fêmeas presentes em grupos de 3, 5 e 10 foram igualmente eficientes na porcentagem de ovos que foram capazes de parasitar, nos tubos com 1 fêmea, houve parasitismo em somente 27% dos ovos disponíveis. Com exceção ao tratamento 30 ovos, em todas as densidades o tratamento com 10 fêmeas foi superior na porcentagem de ovos parasitados, fato explicável pela superioridade numérica de fêmeas aptas ao parasitismo em relação aos demais tratamentos. Taxas decrescentes foram encontradas nas demais densidades. A taxa de parasitismo foi inversamente proporcional ao aumento da densidade de ovos empregada para esta espécie (Figura 17). Houve um decréscimo na porcentagem de ovos parasitados com o aumento da densidade dos ovos do hospedeiro nos tubos com 1 e 10 fêmeas, obedecendo a uma função de segundo grau ($y = a + bx + cx^2$) (Figura 17), enquanto que para os tratamentos com 3 e 5 fêmeas por tubo, o decréscimo foi linear, obedecendo a uma equação de primeiro grau ($y = a + bx$) com o coeficiente “b” negativo. A tendência de diminuir a porcentagem de ovos parasitados conforme se aumenta a disponibilidade de ovos foi observada também para *Trichogramma chilonis* Ishii, *T. ostrinae* Pang et Chen (Chu e Li, 1991), *T. brevicapillum* (Pak e Oatman, 1982) e *Trichogramma* spp. (Morrison, Lewis e Nordlund, 1980). Cabello e Vargas (1988) observaram esta tendência para *T. cordubensis* Vargas e Cabello a partir de 5 fêmeas por tubo, em densidades inferiores de parasitóides o parasitismo foi independente da densidade.

b) *T. pretiosum*

Para *T. pretiosum*, dentro de cada densidade de ovos (Figura 18), sempre os tratamentos com 5 e 10 fêmeas foram significativamente superiores aos demais na porcentagem de ovos parasitados, seguidos pelos tratamentos com 3 fêmeas e por último, o tratamento com

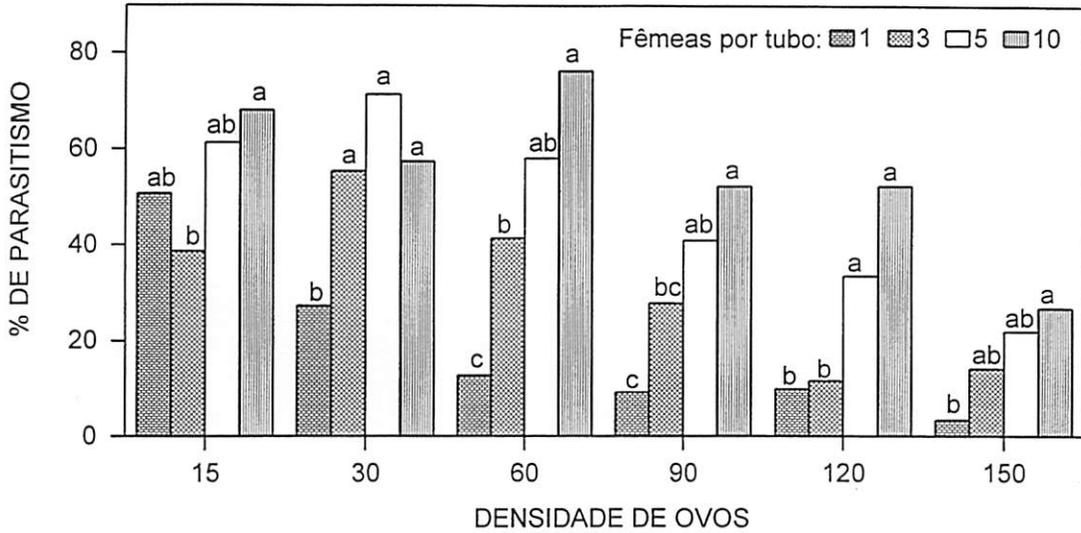


FIGURA 16. Porcentagem de parasitismo por *Trichogramma atopovirilia* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

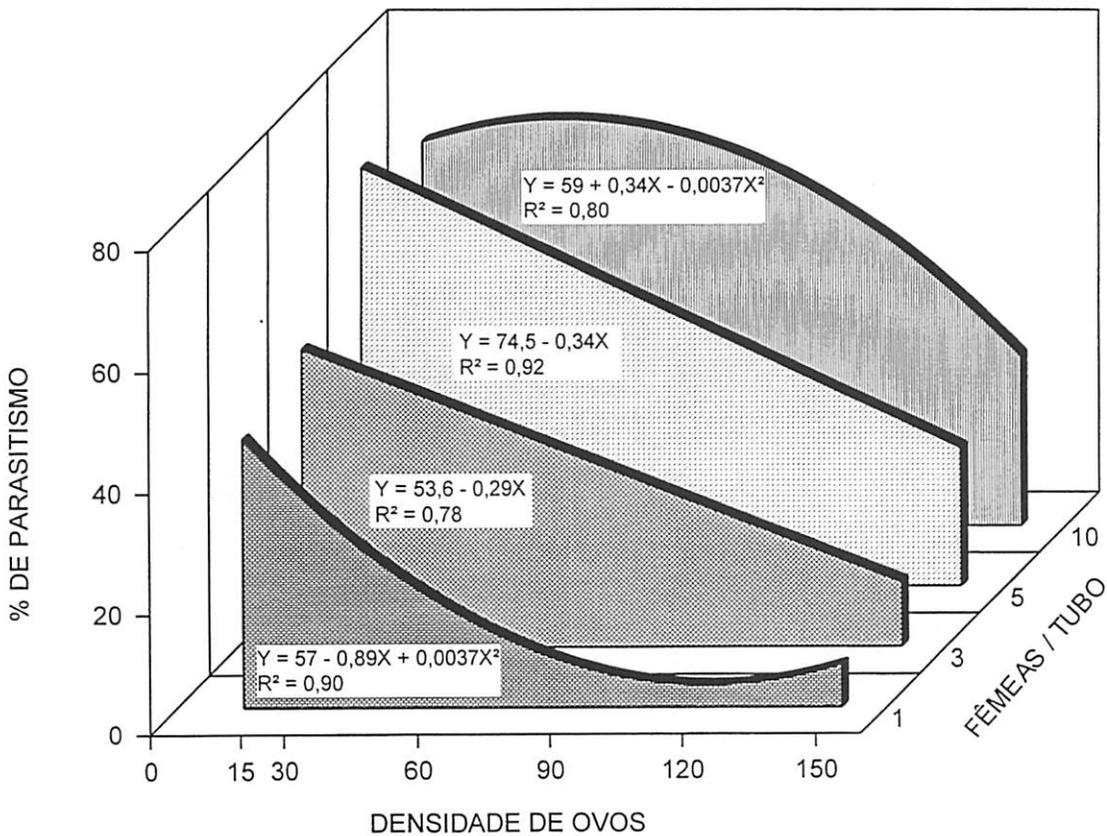


FIGURA 17. Porcentagem de parasitismo por *Trichogramma atopovirilia* em resposta a densidades crescentes de ovos de *H. zea* nas diferentes densidades de fêmeas por tubo.

uma única fêmea. Comparando-se os resultados de porcentagem de parasitismo com os de ovos parasitados por fêmea, notou-se que nas densidades de 30 e 60 ovos, apesar das fêmeas do tratamento 1/tubo terem parasitado significativamente mais ovos que as fêmeas dos demais tratamentos (Figura 4), as maiores porcentagens de parasitismo foram obtidas nos tratamentos com 10 e 5 fêmeas (Figura 18). Fato semelhante ao ocorrido com *T. atopovirilia*. A porcentagem de parasitismo foi inversamente proporcional ao aumento da densidade de ovos (Figura 19). Após análise de regressão, foi observado que nos tratamentos com 1, 3 e 10 fêmeas (Figura 19), os melhores ajustes foram equações quadráticas, enquanto que para a densidade de 5 parasitóides por tubo, o melhor ajuste foi uma equação linear com coeficiente “b” negativo. Outros pesquisadores já haviam obtido resultados semelhantes nesta espécie de parasitóide (Kfir, 1983; Hassell, 1982).

4.1.6 Razão sexual

a) *T. atopovirilia*

A espécie *T. atopovirilia* produziu progênie exclusiva de fêmeas, portanto a razão sexual resultante, para esta espécie foi 1 em todos os tratamentos.

b) *T. pretiosum*

Para *T. pretiosum*, a produção de machos e fêmeas foi variável (Figura 20). Quando somente uma fêmea estava presente por tubo, a razão sexual (rs) manteve-se constante entre as densidades de 30 e 60 ovos, atingindo o valor 0,78. Na densidade 90 houve uma queda, resultando numa rs de 0,66; na densidade 120, a rs subiu novamente para o patamar dos 0,79, para em seguida, cair para 0,5 na densidade 150. Nos tratamentos contendo 3 fêmeas por tubo não houve diferença significativa, mas foi observada tendência de queda na rs nas densidades 90 e 150, porém com valores mais baixos (0,1 ponto menor, exceto para a densidade 120, onde foram coincidentes). Com 5 fêmeas por tubo, a variação foi ainda maior: uma resposta decrescente com o aumento da densidade de 30 a 90 (0,76 - 0,69), um pico na densidade 120 (rs=0,77), e

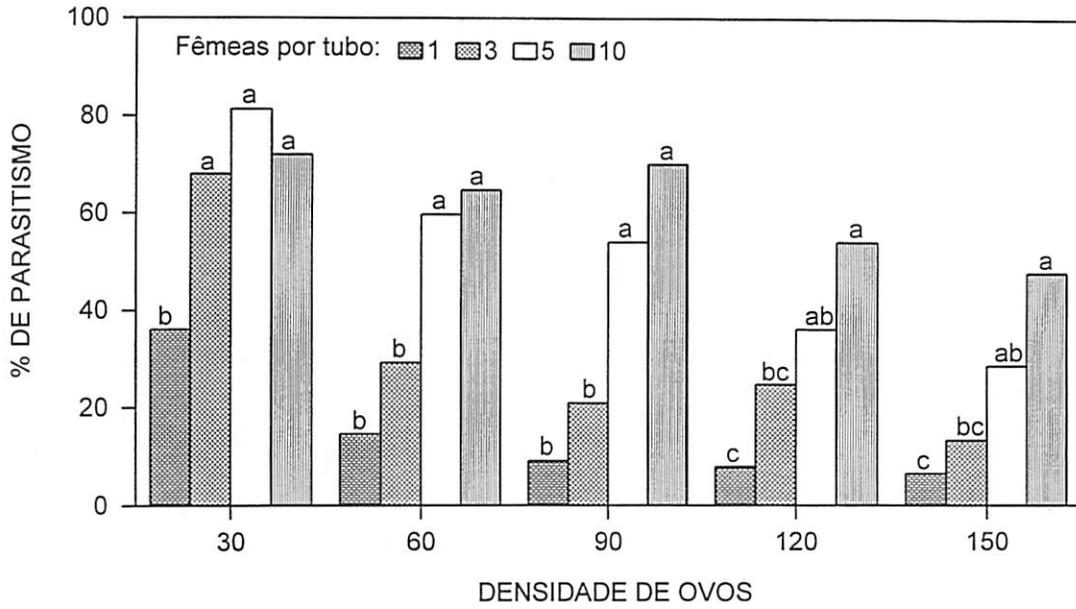


FIGURA 18. Porcentagem de parasitismo por *Trichogramma pretiosum* em diferentes densidades de ovos de *H. zea*. Dentro de cada densidade, colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

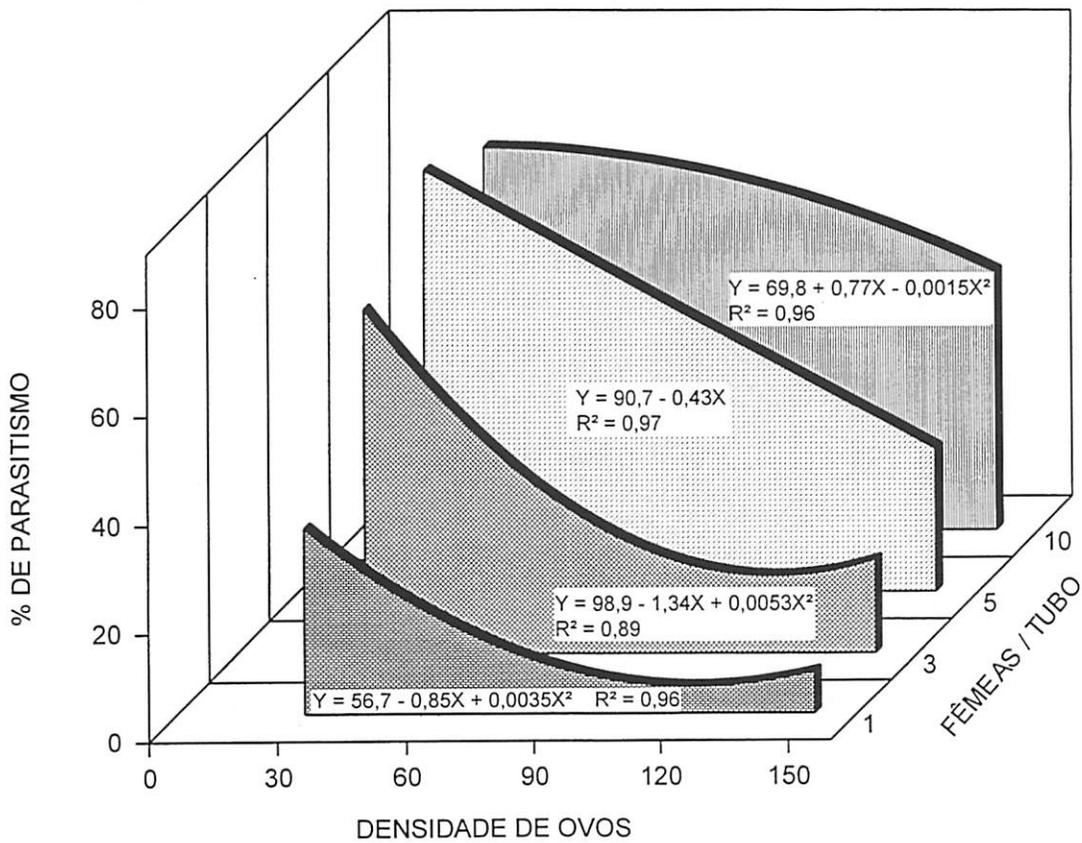


FIGURA 19. Porcentagem de parasitismo por *Trichogramma pretiosum* em resposta a densidades crescentes de ovos de *H. zea* nas diferentes densidades de fêmeas por tubo.

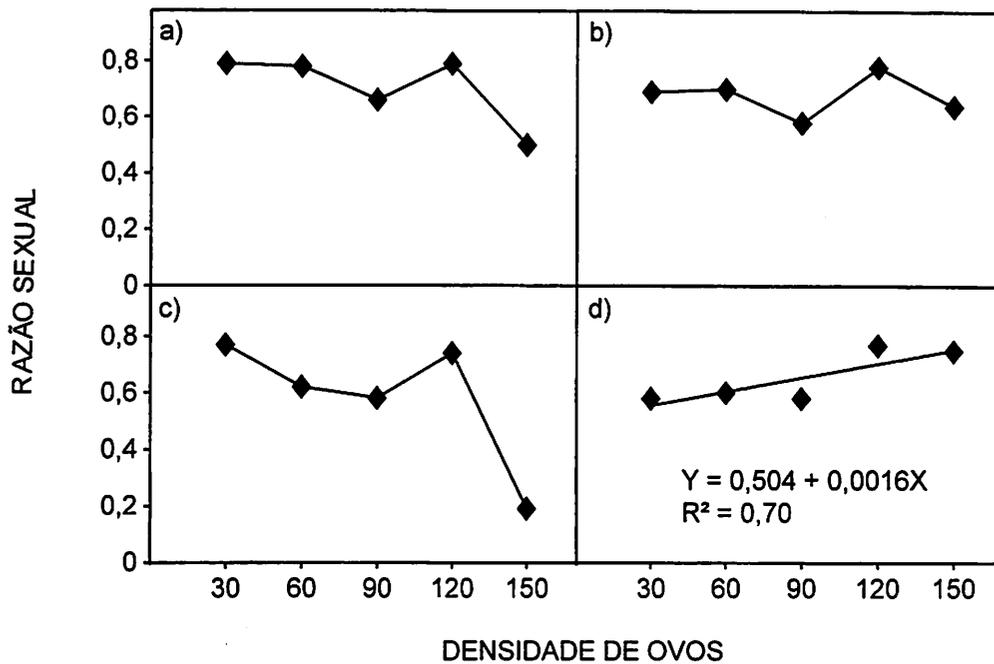


FIGURA 20. Razão sexual resultante na combinação de diferentes densidades de ovos de *H. zea* e diferentes densidades de fêmeas de *Trichogramma pretiosum*. Número de fêmeas por tubo: a) 1; b) 3; c) 5 e d) 10.

novamente uma queda na densidade 150 ($r_s=0,19$). Com 10 fêmeas por tubo, não houve diferença significativa, mas foi observada uma rs próxima de 0,6 nas densidades 30, 60 e 90, com um aumento a partir da densidade 120, onde foi atingida uma rs de 0,77, e uma queda na densidade 150 ovos. Com exceção a densidade 10 parasitóides, nas demais houve uma queda na rs com o aumento da densidade de ovos a partir de 120 ovos. Kfir (1981) observou a mesma tendência com *T. pretiosum*. Isto deve ter acontecido devido a fêmeas depositarem progressivamente mais ovos não fertilizados com o aumento da densidade de ovos.

4.2 Experimento de campo: Parasitismo de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) por *Trichogramma* spp. em diferentes cultivares de milho

As condições climáticas foram variáveis durante as épocas de amostragem (Quadro 3A). As temperaturas mínimas do ar nunca foram inferiores a 16,5°C e as máximas

nunca acima de 35,6°C, e as precipitações acumularam, em novembro/94 145 mm distribuídas em 10 dias, em dezembro, 313 mm/15 dias, e em janeiro/95, 95 mm/7 dias.

a) Plantio simultâneo

Na primeira época de plantio, não houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os cultivares estudados, tanto na infestação (ovos/espiga e número total de ovos) como na porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Tabela 5).

TABELA 5. Épocas de plantio, cultivares, número médio de ovos de *Helicoverpa zea* por espiga de milho, porcentagem média de parasitismo dos ovos por *Trichogramma* spp. e frequência média de espigas portadoras de ovos nas épocas estudadas.

Época de plantio	Cultivar	Ovos/espiga	Parasitismo (%)	Frequência (%)
09/08/94 (1ª época)	BR 205	10,6	46,4	99,3
	BR 451	12,0	58,0	97,5
	BR 400	9,1	56,3	98,7
29/08/94 (2ª época)	BR 205	10,2	60,4	96,0
	BR 451	9,1	59,2	97,3
	BR 400	10,1	61,3	89,3
16/09/94 (3ª época)	BR 205	3,0	64,5	56,7
	BR 451	4,6	62,3	68,0
	BR 400	3,8	71,1	73,3

No decorrer do tempo de coleta (Figura 21a,b,c), as amostragens foram intensificadas conforme a abundância de florescimento de cada cultivar. Desta forma, a cultivar BR 400 foi o primeiro a ser amostrado, e como seu pico de florescimento se deu no 75º dia após o plantio (23/10), a maior parte das espigas foi amostrada nesta data. Para a cultivar BR 451, este pico se deu ao 79º dia (27/10), e para o BR 205, ao 94º dia (10/11). Notou-se portanto que o descompasso dos florescimentos pode ter propiciado sítios de postura mais adequados

primeiramente no BR 400, depois no BR 451 e por último no BR 205, fato refletido no número total de ovos (OT) encontrados no decorrer das datas de coleta.

Na cultivar BR 400, a maior taxa de postura por espiga (ovos/espiga) (Figura 21d) ocorreu no primeiro dia de coleta, apesar de não ter sido neste dia a sua maior abundância de florescimento. Isto pode ser explicado pelo fato desta cultivar ser a única florescida nesta data, e as mariposas tinham nesta cultivar a única alternativa como sítio de postura, concentrando as oviposições nas 11 espigas disponíveis. Taxas decrescentes foram observadas nos dias subsequentes. Na cultivar BR 451 esta taxa foi maior em 23/10, não coincidindo também com a maior disponibilidade de espigas aptas a servirem como sítio de oviposição. Nesta data haviam muitas alternativas de sítio de postura: mais de 60 “bonecas” do BR 400 e 33 do milho BR 451, no caso parece ter havido uma preferência das mariposas pela cultivar BR 451, colocando 24,75 ovos/espiga nas 33 “bonecas” disponíveis, contra 10,60 ovos/espiga nas 60 “bonecas” de BR 400 amostradas. Depois desta data, taxas decrescentes também foram observadas. No BR 205, as taxas de posturas tiveram pouca flutuação, mantendo-se altas no decorrer das amostragens. Quando houve coincidência de florações, com a emissão de estilo-estigmas das três cultivares, as maiores taxas de ovos/espiga acompanharam o florescimento mais abundante da ocasião: no dia 27/10 no BR 451 e em 04/11 no BR 205.

O parasitismo não foi diferente nas três cultivares testadas. De maneira geral, as maiores taxas de parasitismo foram observadas nos picos de floração, independente da cultivar. No início do florescimento de cada cultivar, quando poucas espigas possuíam estilo-estigmas expostos à visitação das mariposas, uma baixa taxa de postura foi observada, assim como uma baixa porcentagem de parasitismo.

Na segunda época de plantio (Tabela 5 e Figura 22), houve descompasso de florações e o atraso do início das coletas nas cultivares BR 400 e BR 451 fez com que a maior parte das plantas de milho dessas parcelas estivesse num estágio fenológico mais avançado, com mais estilo-estigmas secos que o da cultivar BR 205. Apesar de terem sido amostradas somente “bonecas” com estilo-estigmas frescos, pode ter havido certa desigualdade de condições entre parcelas. De qualquer forma, nas três primeiras datas de coleta, 5 “bonecas” por parcela foram amostradas em cada cultivar, e quando os resultados foram analisados, não houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) nos parâmetros número total de ovos, ovos por espiga e porcentagem de

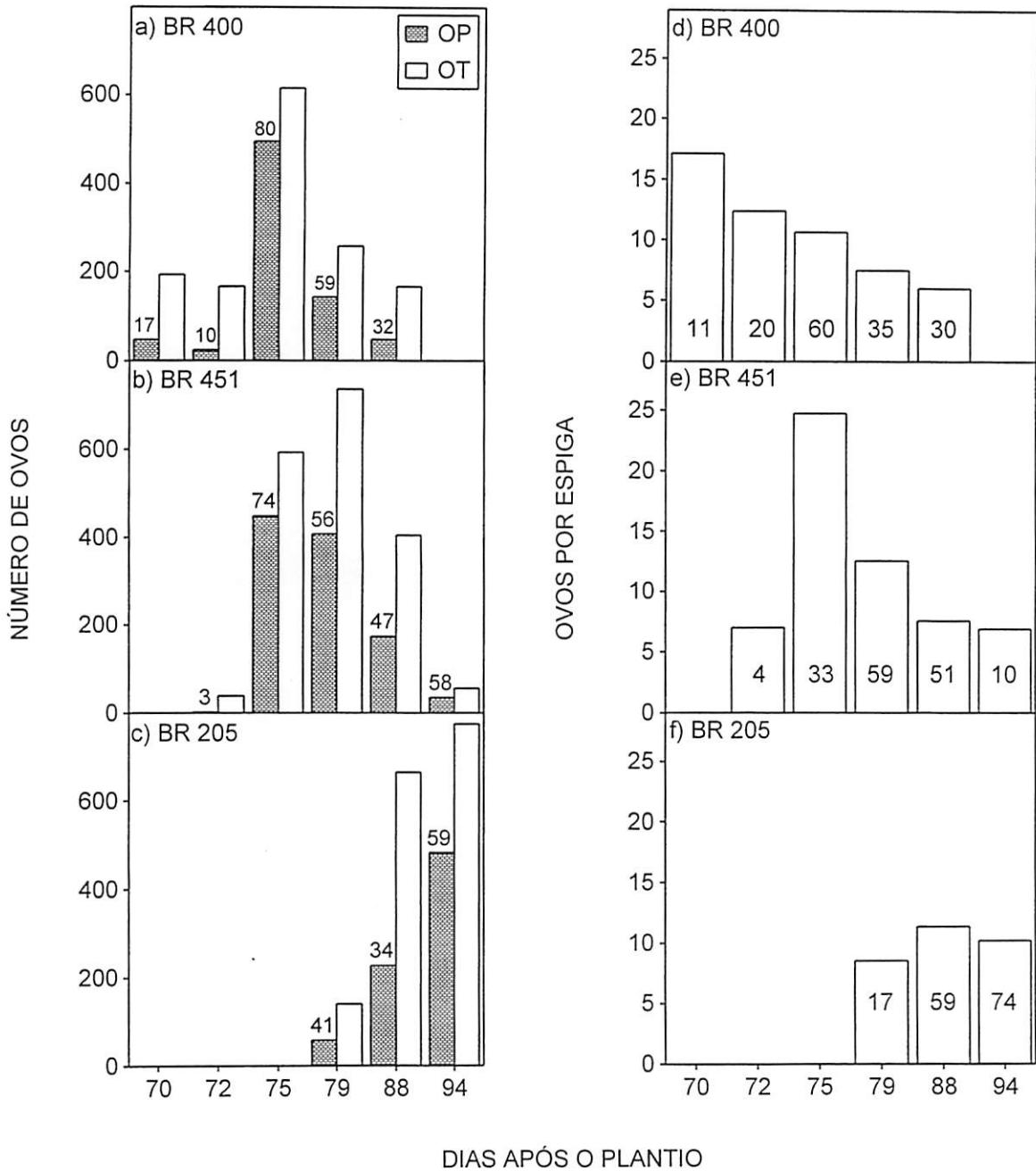


FIGURA 21. Infestação por *H. zea* em três genótipos de milho e seu parasitismo natural por *Trichogramma* spp. na primeira época de plantio. a), b) e c) número de ovos totais (OT) e número de ovos parasitados (OP); d), e) e f) número médio de ovos por espiga. Valores dentro das colunas brancas indicam o número de espigas amostradas em cada data; valores no topo das colunas hachuradas indicam a porcentagem de parasitismo.

parasitismo por *Trichogramma* spp. entre as cultivares. No 88^o e 92^o dia após o plantio (em 25 e 29 de novembro) as taxas de ovos por espiga, número total de ovos e ovos parasitados foram menores que as três primeiras datas de coleta. Esta queda tem relação direta com a senescência dos estilo-estigmas, ocorrida no final das amostragens.

Compostos do metabolismo secundário de plantas que agem como caimônios, por exemplo o plênilacetaldeído, uma substância liberada pelos estilo-estigmas, podem ter papel importante na infestação de *H. zea* em milho (Metcalf e Metcalf, 1992). Desse modo, com o progressivo secamento dos estilo-estigmas, a atratividade dos sítios de postura para as mariposas de *H. zea* foi diminuindo e as taxas de infestação foram menores. O mesmo raciocínio pode ser aplicado para os parasitóides. Para os parasitóides himenópteros, a localização do hospedeiro pode ser mediada por semioquímicos emanados da planta hospedeira (Salles, 1990). Através de uma reação em cadeia, compostos químicos atraem as mariposas, que por sua vez deixam outros sinais perceptíveis a *Trichogramma* spp.. À longa distância, fêmeas de *Trichogramma* spp. podem usar feromônios sexuais de seus hospedeiros para localizar o habitat com mariposas em fase de reprodução, onde ovos do hospedeiro podem estar presentes (Vet e Dicke, 1992). Lewis, Gross Jr., Nordlund (1985) partindo desta premissa e aplicando uma formulação contendo ovos, excreções e escamas de *H. zea* em plantas de milho, resultou em um aumento significativo do parasitismo de ovos por *T. pretiosum* em períodos de picos de densidade de adultos. Matrangolo, Cruz e Lucia (1994) também observaram níveis de parasitismo decrescentes com o secamento de estilo-estigmas e justificaram a queda através da migração dos parasitóides nascidos no campo estudado, em busca de plantas de milho com estilo-estigmas mais tenros. A transferência de parasitóides também foi observada por Duffield (1994) entre as culturas de sorgo e guandu.

Na terceira época (Tabela 5 e Figura 23), as coletas foram concentradas em duas datas. Na primeira delas, as cultivares amostradas foram o BR 400 e BR 451 e na segunda somente o BR 205. Não foi observada diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre as cultivares estudadas nas taxas de postura de *H. zea* (ovos/espiga e ovos totais) nem na porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. O atraso no início das coletas pode ter feito com que houvesse uma superestimativa no número de ovos parasitados. Isto acontece, segundo Hassell e Waage (1984), porque há maior persistência de ovos hospedeiros neste estágio de

desenvolvimento particular (parasitados) em relação aos ovos não parasitados, que podem eclodir sem deixar vestígios.

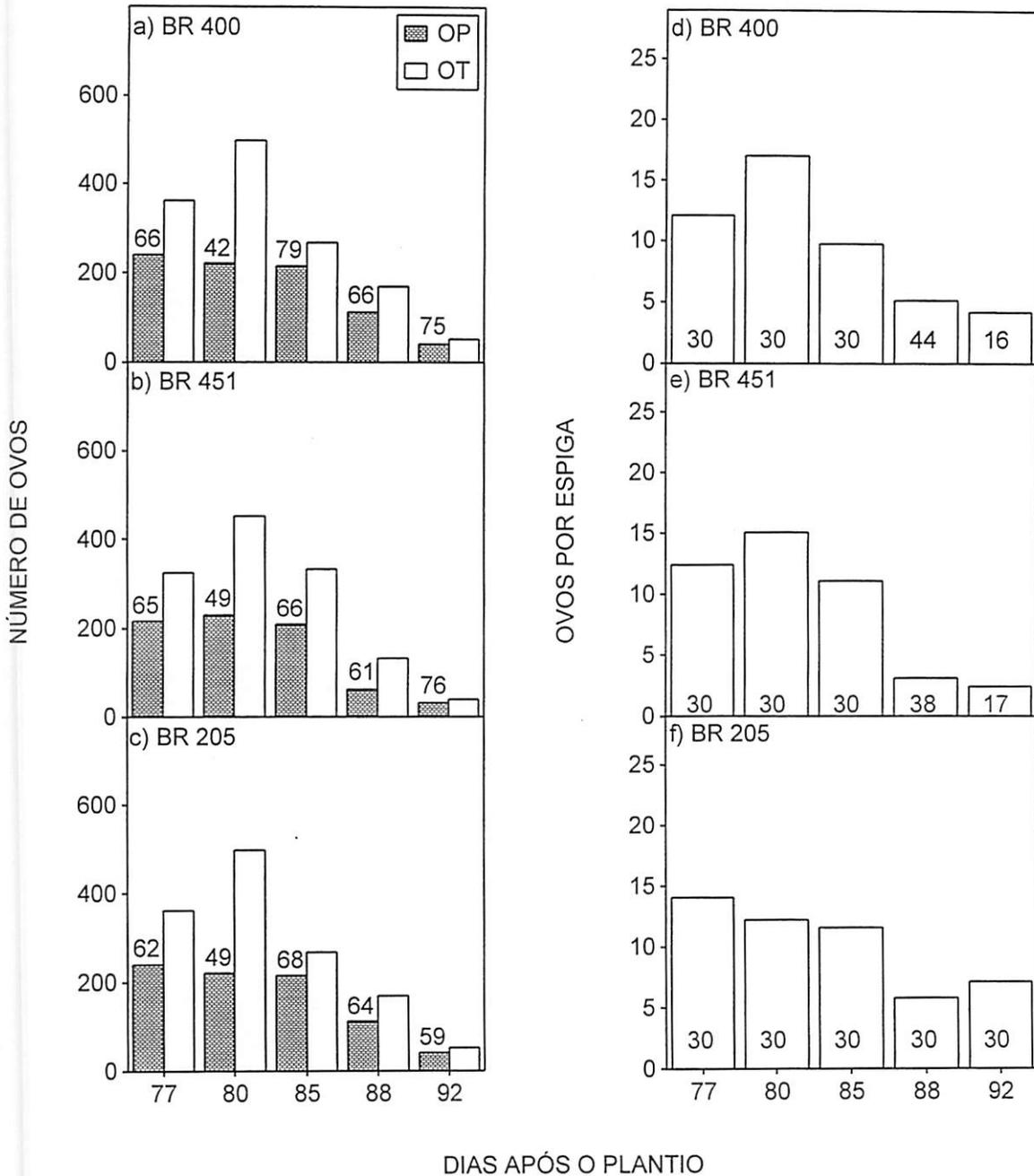


FIGURA 22. Infestação por *H. zea* em três genótipos de milho e seu parasitismo natural por *Trichogramma* spp. na segunda época de plantio. a), b) e c) número de ovos totais (OT) e número de ovos parasitados (OP); d), e) e f) número médio de ovos por espiga. Valores dentro das colunas brancas indicam o número de espigas amostradas em cada data; valores no topo das colunas hachuradas indicam a porcentagem de parasitismo.

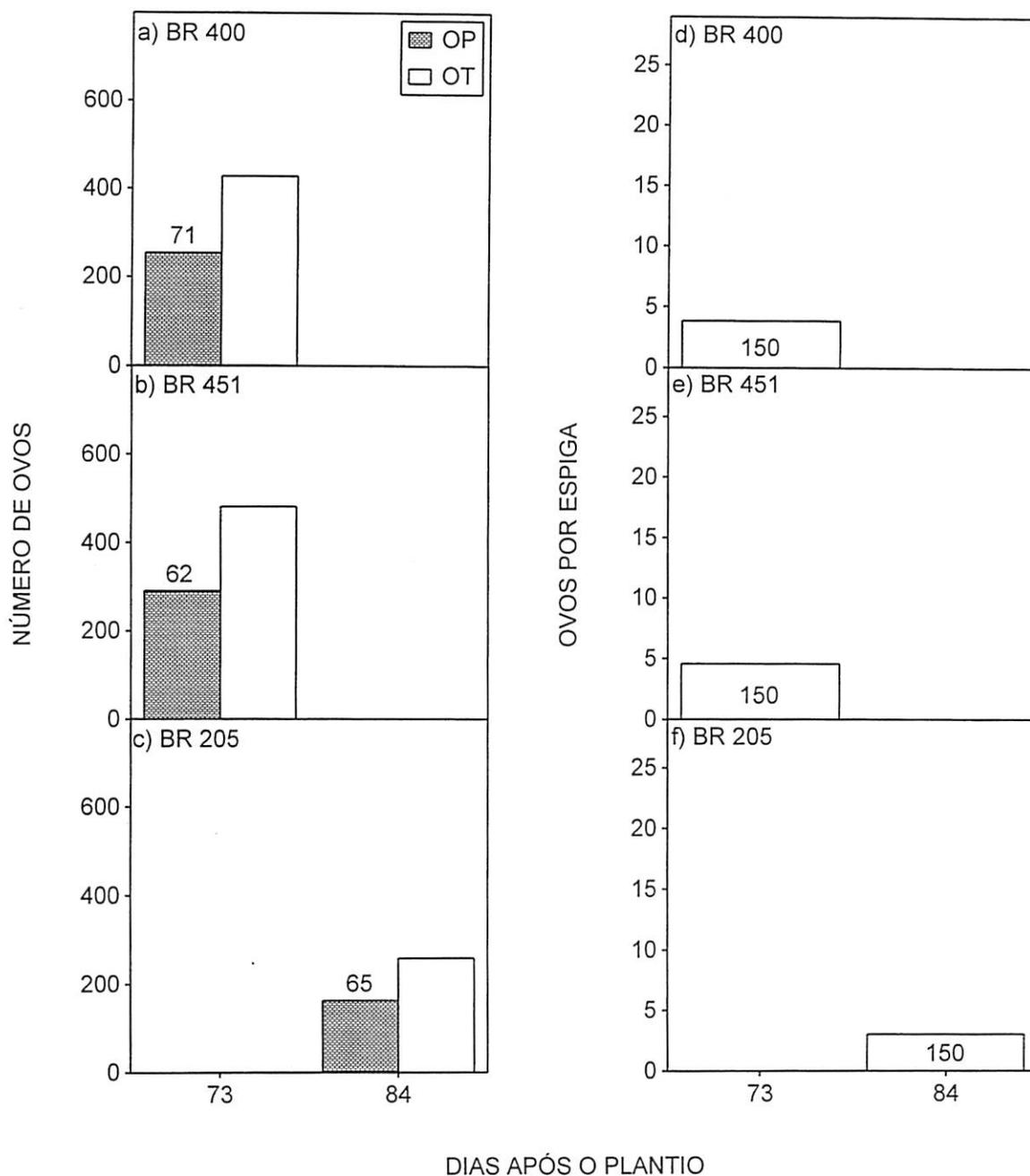


FIGURA 23. Infestação por *H. zea* em três genótipos de milho e seu parasitismo natural por *Trichogramma* spp. na terceira época de plantio. a), b) e c) número de ovos totais (OT) e número de ovos parasitados (OP); d), e) e f) número médio de ovos por espiga. Valores dentro das colunas brancas indicam o número de espigas amostradas em cada data; valores no topo das colunas hachuradas indicam a porcentagem de parasitismo.

Na comparação gráfica das três épocas estudadas, foi possível notar que houve uma queda nas taxas de oviposição (Figura 24) e na frequência de espigas portadoras de ovos (Tabela 5) em todas as cultivares estudadas na terceira época de amostragens. Fatores abióticos como as chuvas intensas deste período podem ter afetado a população desses insetos no campo. A curva de parasitismo teve um comportamento inverso: com a diminuição dos ovos disponíveis, houve um incremento na taxa de parasitismo. A primeira época de amostragens teve alta infestação e o parasitismo foi mais baixo que a segunda e terceira épocas. Isolando-se o efeito das chuvas, é possível dizer que com a queda do número médio de ovos por espiga, houve uma diminuição na densidade de ovos da praga e a população natural de *Trichogramma* spp. presente nos campos de milho teve maiores chances de controlá-la através de um parasitismo mais eficiente. Portanto houve um incremento de parasitismo com o decréscimo da densidade de ovos no campo (parasitismo inversamente dependente da densidade). Este resultado é semelhante aos obtidos por Li e Henderson (1993).

b) Plantio escalonado

Na segunda modalidade de plantio, os estádios fenológicos das cultivares e as condições de amostragens foram igualadas. Neste estudo, baixas densidades de ovos da praga foram encontradas em todas as variedades. A presença do predador *Doru luteipes* foi constante e as chuvas foram intensas no mês de dezembro/94 (313 mm) e na primeira quinzena de janeiro/95 (46,4 mm), fatos que não podem ser ignorados para explicar a flutuação da população de ovos da praga neste período. A porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. variou de 28 (BR 400) a 63% (BR 205) (Figura 24a,b); em média, foi maior na cultivar BR 451 que na cultivar BR 400, apesar de não diferir significativamente da BR 205 (Tabela 6). Neste caso pode ter havido interferência da cultivar na emanção de voláteis mais atraentes aos parasitóides. Níveis de infestação menores foram encontrados por Sá (1994), em campos de milho dentado da cultivar C555 em Santo Antônio de Posse (SP) em janeiro de 1990. O autor também obteve, nesta época do ano, taxas de parasitismo por *T. pretiosum* variando de 4 a 60%.

Concluiu-se que houve tendência de diferença de comportamento de *Trichogramma* spp. nativos do campo de amostragem ao parasitar ovos sobre diferentes plantas

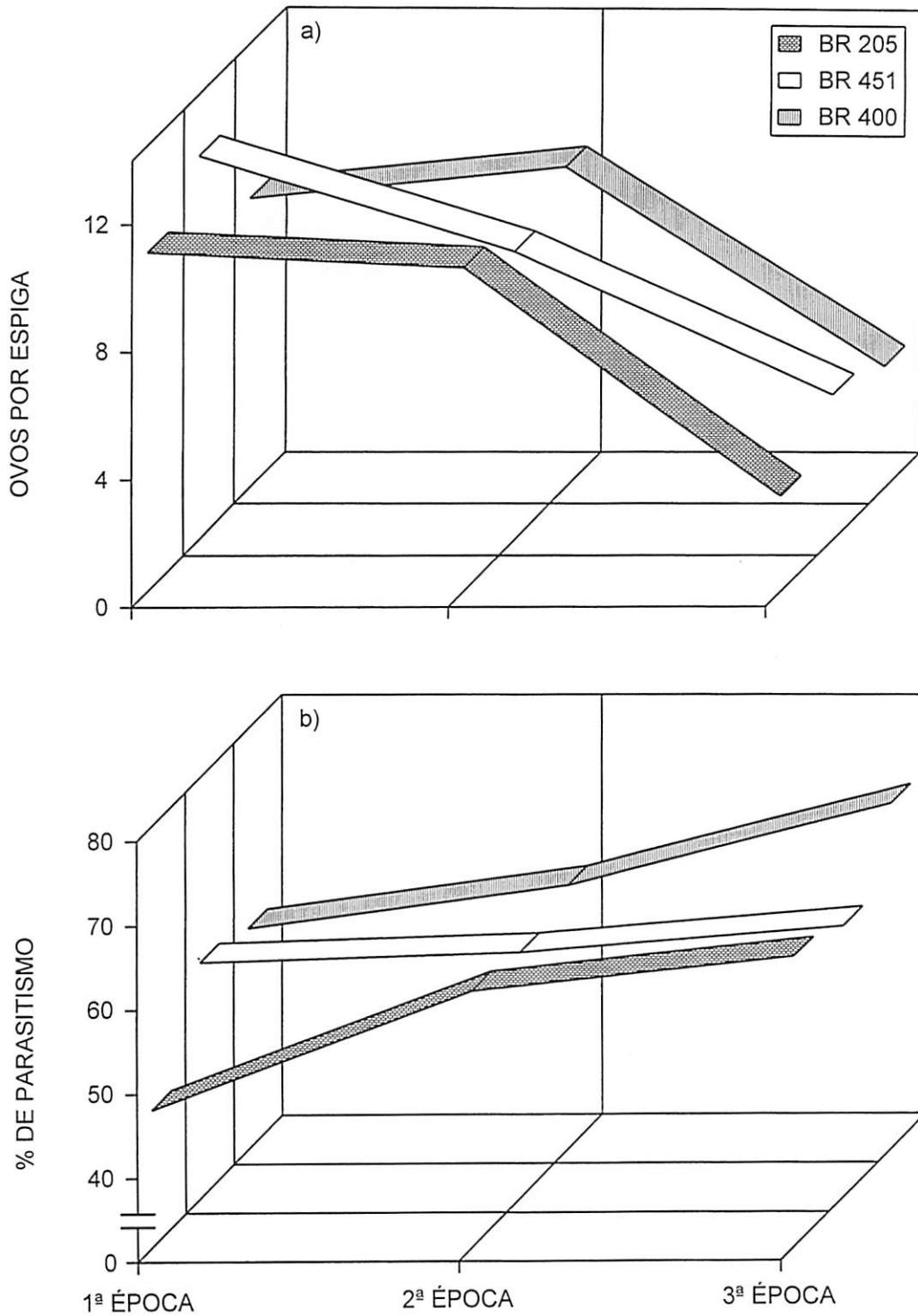


FIGURA 24. Número médio de ovos de *H. zea* por espiga (a) e seu parasitismo por *Trichogramma* spp. (b) em três genótipos de milho, em três épocas de plantio.

TABELA 6. Número médio de ovos de *H. zea* encontrados por espiga de milho, porcentagem média de parasitismo dos ovos por *Trichogramma* spp. e frequência média de espigas portadoras de ovos na 4ª época de amostragem.

Plantio	Cultivar	Nº ovos/espiga	Parasitismo (%)	Frequência (%)
16/11/94	BR 205	2,0 a	47,0 ab	68,0
23/11/94	BR 451	1,7 a	62,4 a	62,0
28/11/94	BR 400	1,8 a	34,1 b	59,0

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

hospedeiras. Estas diferenças podem ser devido a fatores, como as características morfológicas e agronômicas de cada cultivar de milho (Tabela 3, página 17) e os microhabitats formados por elas. O maior parasitismo ocorreu na cultivar BR 451, que além do conjunto de características morfológicas das plantas (estilo-estigmas verdes e vermelhos, plantas mais altas) e do microhabitat formado nas parcelas (no espaçamento utilizado, o vigor alcançado pelas plantas permitiu um grande fechamento das linhas de plantio), apresentou a menor densidade de ovos/espiga. As espécies de *Trichogramma* têm demonstrado ter preferência por certos tipos de habitats. Flanders (1937), por exemplo, notou que *T. evanescens* Westwood preferiu um habitat de campo, *T. embryophagum* (Hartig) foi mais freqüentemente encontrado em habitat arbóreo e *T. semblidis* (Aurivillius) preferiu um habitat arbustivo. Van Steenburg (1934) enfatizou a importância do conhecimento das preferências de habitat da espécie, pois ao liberar grandes números de *T. semblidis* e *T. evanescens* em pomares de pêsego onde já ocorria a espécie *T. embryophagum*, rapidamente as espécies liberadas desapareceram do ambiente do pomar.

No presente estudo, as taxas de parasitismo ocorridas na cultivar BR 205 não diferiram significativamente das ocorridas na cultivar BR 451. Nas parcelas da cultivar BR 205, o microhabitat proporcionado pelas plantas foi semelhante às da cultivar BR 451 (com alto fechamento das linhas de plantio, plantas altas, estilo-estigmas pilosos de cor vermelha ou, raramente, verde), porém a taxa de postura das mariposas foi maior, resultando numa densidade de ovos por espiga maior que no BR 451. Nas parcelas da cultivar BR 400, houve uma nítida diferença no microhabitat formado. A baixa altura aliada ao baixo vigor das plantas proporcionou uma grande desuniformidade nas parcelas, em geral com fechamento incipiente, ocasionando em

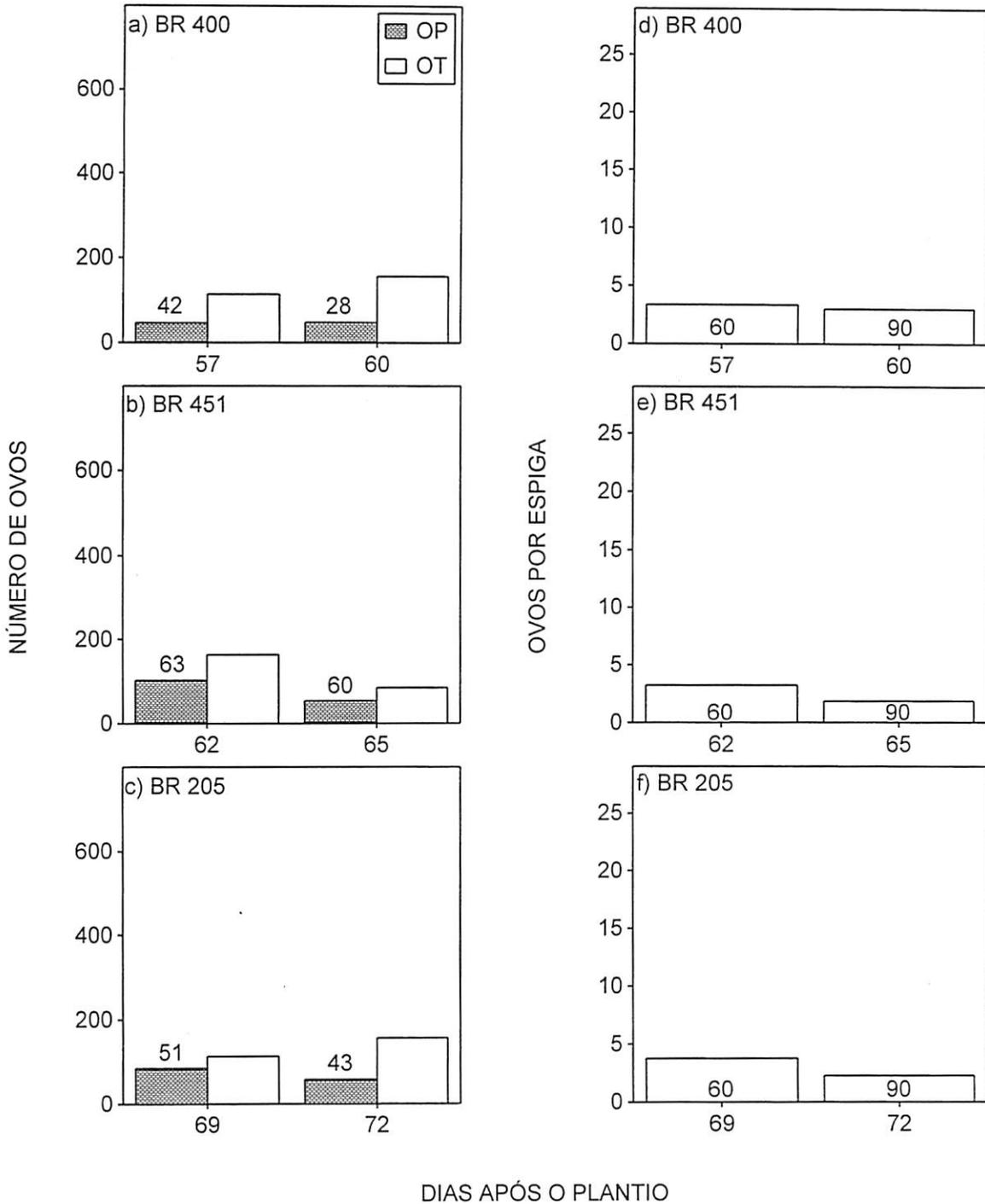


FIGURA 25. Infestação por *H. zea* em três genótipos de milho e seu parasitismo natural por *Trichogramma* spp. na quarta época de plantio. a), b) e c) número de ovos totais (OT) e número de ovos parasitados (OP); d), e) e f) número médio de ovos por espiga. Valores dentro das colunas brancas indicam o número de espigas amostradas em cada data; valores no topo das colunas hachuradas indicam a porcentagem de parasitismo.

muitas ocasiões o tombamento das plantas pela ação do vento. Esse microhabitat juntamente com características morfológicas próprias da cultivar, como a cor dos estilo-estigmas, podem ter exercido menor atratividade aos parasitóides, que provavelmente preferiram os ambientes formados nas parcelas das cultivares BR 451 e BR 205, resultando num menor parasitismo na cultivar BR 400. A tendência da maior taxa de parasitismo ocorrer nas plantas com menor densidade de ovos não possui antecedentes na literatura, já que a maioria dos autores que trabalharam com liberações de *Trichogramma* spp. no campo para controle de *H. zea* relatou a baixa eficiência do parasitóide quando as densidades de adultos e ovos eram baixas (Lewis, Groos Jr. e Nordlund, 1985; Neil e Specht, 1990). É possível que a população de parasitóides nativos estivesse numa densidade tal que a maior eficiência de parasitismo ocorresse em parcelas com estilo-estigmas com menor densidade de ovos.

Os efeitos de diferentes densidades no parasitismo de ovos de *H. zea* por *Trichogramma* spp. foi estudada em soja por Morrison, Lewis e Nordlund (1980), e foi observado que a probabilidade de parasitismo esteve inversamente correlacionada com o aumento da densidade de ovos por folha. Esta resposta foi considerada inesperada, e atribuíram, ao menos em parte, ao depauperamento de ovos em folhas carregando altas densidades do hospedeiro, temporariamente decrescendo o ímpeto fisiológico das fêmeas de *Trichogramma* spp. para busca e oviposição. Por outro lado, ao ser explorada uma folha carregando alta densidade de ovos, a taxa de encontros com ovos não parasitados pode diminuir e a taxa com ovos parasitados, aumentar, causando o abandono precoce do parasitóide antes que uma grande proporção dos hospedeiros disponíveis sejam atacados (parasitados). No presente trabalho, as populações de parasitóides presentes no campo não foram medidas, portanto qualquer especulação em torno de possíveis respostas ao aumento da densidade do hospedeiro pode ser perigosa, pois é um parâmetro relativo, e depende de duas variáveis: população do parasitóide e população de mariposas em fase reprodutiva (sem esquecer dos fatores de mortalidade bióticos e abióticos de ambas espécies).

Desta forma, estudos visando o controle de *H. zea* em milho através de *Trichogramma* spp. devem ser desenvolvidos, considerando a cultivar alvo, uma vez que o comportamento do parasitóide pode ser diferente em cada planta hospedeira.

5 CONCLUSÕES

No trabalho de laboratório todos os parâmetros estudados foram afetados com o aumento da densidade de ovos do hospedeiro, assim como com o aumento da densidade do parasitóide em ambas espécies de *Trichogramma* estudadas. Para ambas espécies de *Trichogramma*, em baixas densidades de ovos, houve interferência mútua, resultando num menor número de ovos parasitados por fêmea em tratamentos com mais de uma fêmea por tubo. No parâmetro número de ovos parasitados por fêmea, a densidade acima da qual não houve mais a interferência mútua foi, para *T. atopovirilia*, a densidade 120 ovos (no mínimo 12 ovos disponíveis por fêmea) e para *T. pretiosum*, a densidade 90 ovos (no mínimo 9 ovos disponíveis por fêmea). No parâmetro número total de ovos parasitados acima de 5 parasitóides por tubo, houve respostas funcionais quadráticas com o aumento da densidade de ovos. A porcentagem de parasitismo foi inversamente proporcional ao aumento da densidade de ovos do hospedeiro em ambas espécies

No trabalho de campo, na primeira modalidade de plantio (com as cultivares florescendo em intervalos de tempo diferentes), não houve diferença significativa na infestação e no parasitismo de ovos de *H. zea* por *Trichogramma* spp. Na segunda modalidade de plantio (com as cultivares florescendo sincronizadamente) houve maior parasitismo no BR 451 (62,4%), seguido do BR 205 (47%), por último, BR 400 (34,1%), embora não havendo diferença significativa na infestação. Conclui-se que características físicas, químicas e morfológicas podem estar afetando a ação do parasitóide.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J.A. **Biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Sitotroga cerealella* e de *Scrobipalpiloides absoluta* (Povolny, 1987) (Lepidoptera, Gelechiidae) no Submédio São Francisco.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1994. 88p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade - Entomologia).
- ALTIERI, M.A.; LEWIS, W.J.; NORDLUND, D.A.; GUELDNER, R.C.; TODD, J.W. Chemical interactions between plants and *Trichogramma* wasps in Georgia soybeans fields. **Protection Ecology**, Amsterdam, v.3, p.259- 263, 1981.
- ANDOW, D.A.; RISCH, S.J. Parasitism in diversified agroecosystems: phenology of *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Entomophaga**, Paris, v.32, p.255-260, 1987.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: FIBGE, v.53, 1993.
- ARCHER, T.L.; BYNUM Jr., E.D. Corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) biology on food corn on the high plains. **Environmental Entomology**, Maryland, v.23, n.2, p.343-348, 1994.
- BERGMAN, J.M.; TINGEY, W.M. Aspects of interaction between plant genotypes and biological control. **Bulletin of the Entomological Society of America**, Maryland, v.15, n.4, p.275-279, 1979.
- BERTELS, A. Estudos da influência da umidade sobre a dinâmica de populações de Lepidópteros pragas do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.5, p.67-79, 1970.
- BLEICHER, E. **Biologia e exigências térmicas de populações de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae)**, Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. 80 p. (Dissertação- Doutorado em Entomologia).
- BOTELHO, P.M.S.; PARRA, J.R.P.; MAGRINI, E.A.; HADDAD, M.L.; RESENDE, C.L. Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) por *Trichogramma galloi* Zucchi, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24, n.1, p.141-145, 1995.

- BOWEN, W.R.; STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifunatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.59, n.4, p.823-834, 1966.
- BURTON, R.L. **Mass rearing the corn earworm in the laboratory**. Washington, USDA/Agriculture Research Service, 1969. 8p. (USDA, ARS, 33-134).
- BUTLER Jr., G.D.; LOPEZ, J.D. *Trichogramma pretiosum*: development in two hosts in relation to constant and fluctuating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.73, p.671-673, 1980.
- CABELLO, T.; VARGAS, P. Response of *Trichogramma cordubensis* and *T. sp. near pintoii* to different numbers of alternative host eggs. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON *Trichogramma* AND OTHER EGGS PARASITOIDS, 2, Guangzhou, 1986. **Second ... Paris: INRA, 1988. p.165-172. (les Colloques de l'INRA, 43).**
- CARVALHO, R.P.L. Pragas do milho. In: FUNDAÇÃO CARGILL- **Melhoramento e produção do milho**. Campinas, 1987. v.2, p.635-712.
- CHARNOV, E.L.; SKINNER, S.W. Complementary approaches to the understanding of parasitoid ovipositions decisions. **Environmental Entomology**, Maryland, v.14, p.393-391, 1985.
- CHU, Y.I.; LI, J.L. Interspecific competition between *Trichogramma chilonis* Ishii and *Trichogramma ostrinia* Pang and Chen under different number of parasitoids and host egg density. **Chinese Journal of Entomology**, v.11, n.3, p.214-226, 1991.
- CRUZ, I. Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* criada com diferentes dietas artificiais. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. v.6, p.75.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; ZUCCHI, R.A. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* e de *Trichogramma atopovirilia* sobre ovos de *Helicoverpa zea* em Sete Lagoas, MG. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. v.6, p.100.
- CRUZ, I.; WAQUIL, J.M.; SANTOS, J.P.; VIANA, P.A.; SALGADO, L.O. **Pragas da cultura do milho em condições de campo**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1983. 75 p. (Circular técnica, 10).
- DUFFIELD, S.J. *Trichogramma* egg parasitism of *Helicoverpa armigera* on short-duration pigeonpea intercultured with sorghum. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.72, n.3, p.289-296, 1994.

- FITT, G.P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.34, p.17-52, 1989
- FLANDERS, S.E. Habitat selection by *Trichogramma*. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbia, v.30, p.208-210, 1937.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.
- GREEN, R.F.; GORDH, G.; HAWKINS, B.A. Precise sex ratios in highly inbred parasitic wasps. **American Naturalist**, Chicago, v.120, p.653-665, 1982.
- GROSS JUNIOR, H.R. Effect of temperature, relative humidity, and free water on the number and normalcy of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) emerging from eggs of *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, Maryland, v.17, n.3, p.470-475, 1988.
- HASSELL, M.P. Patterns of parasitism by insect parasitoids in patchy environments. **Ecological Entomology**, Oxford, v.7, p.365-377, 1982
- HASSELL, M.P.; WAAGE, J.K. Host-parasitoid population interactions. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.29, p.89-114, 1984.
- HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.6, p.163-182, 1961.
- JOHNSON, M.W.; STINNER, R.E.; RABB, R.L. Ovipositional response of *Heliothis zea* to its major hosts in North Carolina. **Environmental Entomology**, Maryland, v.4, p.291-297, 1975.
- KANIUKA, R.P. Exotic corn resists pests. **Agricultural Research**, Washington, v.22, n.2, p.7, 1973.
- KASHYAP, R.K.; KENNEDY, G.G.; FARRAR Jr., R.R. Behavioral response of *Trichogramma pretiosum* Riley and *Telenomus sphingis* (Ashmead) to trichome/ methyl ketone mediated resistance in tomato. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.17, n.3, p.543-556, 1991.
- KAUFFMAN, W.C.; KENNEDY, G.G. Relationship between trichome density in tomato and parasitism of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Environmental Entomology**, Maryland, v.18, n.4, p.698-704, 1989.
- KFIR, R. Effect of hosts and parasite density on the egg parasite *Trichogramma pretiosum*. [Hym.: Trichogrammatidae]. **Entomophaga**, Paris, v.26, n.4, p.445-451, 1981.
- KFIR, R. Functional response to host density by the egg parasite *Trichogramma pretiosum*. **Entomophaga**, Paris, v.28, n.4, p.345-353, 1983.

- KFIR, R. Reproduction characteristics of *Trichogramma brasiliensis* and *T. lutea*, parasiting eggs of *Heliothis armiger*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.32, p.249-255, 1982.
- KUMAR, H. Inhibition of ovipositional responses of *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) by the trichomes on the lower leaf surface of a maize cultivar. **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v.85, n.5, p.1735-1739, 1992.
- LEWIS, W.J.; GROSS JUNIOR, H.R.; NORDLUND, D.A. Behavioral manipulation of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Southwestern Entomologist**, Supl. n.8, v.8, p.49-55, 1985.
- LEWIS, W.J.; NORDLUND, D.A.; GROSS JUNIOR, H.R.; PERKINS, W.D.; KNIPLING, E.F.; VOEGELÉ, J. Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. **Environmental Entomology**, Maryland, v.5, n.3, p.449-452, 1976.
- LI, LI-YING. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on differents crops: a survey. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, p.37-51, 1994.
- LI, S.Y.; HENDERSON, D.E. Response of *Trichogramma* sp. nr. *sibericum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to age and density of its natural hosts, the eggs of *Rhopobota naevana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of the Entomological Society of British Columbia**, v.90, p.18-24, 1993.
- MATRANGOLO, W.J.R.; CRUZ, I.; LUCIA, T.M.C.D. Inimigos naturais presentes no estilo-estigma do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. v.6, p.84.
- METCALF, R.L.; METCALF, E.R. **Plant kairomones in insect ecology and control**. (Contemporary Topics in Entomology 1). New York: Chapman and Hall, 1992. 168 p.
- MORRISON, G.; LEWIS, E.J.; NORDLUND, D.A. Spatial differences in *Heliothis zea* egg density and the intensity of parasitism by *Trichogramma* spp: an experimental analysis. **Environmental Entomology**, Maryland, v.9, p.79-85, 1980.
- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A. **Entomologia econômica**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1981. 314p.
- NEIL, K.A.; SPECHT, H.B. Field releases of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for supression of corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), egg populations on sweet corn in Nova Scotia. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.122, p.1259-1266, 1990.

- NORDLUND, D.A. Habitat location by *Trichogramma*. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, p.155-163, 1994.
- PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York, McMillian: 1968. 520 p.
- PAK, G.A. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp: a review of the literature on host-age selection. **Journal of Applied Entomology**, Humburg, v.101, p.55-64, 1986.
- PAK, G.A.; Van HEININGEN, T.G. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp: adaptability to field - temperature conditions. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.38, n.1, p.3-13, 1985.
- PAK, G.A.; OATMAN, E.R. Comparative life table, behaviour and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.32, p.86-79, 1982.
- PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; SERRA, H.J.P.; SALLES JÚNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.18, n.2, p.403-415, 1989.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* no controle de pragas. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUÍS DE QUEIROZ". **Atualização sobre métodos de controle de pragas**. Piracicaba, ESALQ, 1986. p.54-75.
- PINTO, J.D.; OATMAN, E.R.; PLATNER, G.R. *Trichogramma pretiosum* and a new cryptic species occurring sympatrically in southwestern North America (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v.79, p.1019-1028, 1986.
- PINTO, J.D.; STOUTHAMER, R. Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma*. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. p.1-28.
- PRATISSOLI, D. Efeito da escama de *Ephestia kuehniella* sobre o comportamento de *Trichogramma pretiosum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, Belo Horizonte, 1989. **Resumos...** Belo Horizonte: SEB, 1989. p.34.
- PRICE, P.W. **Insect Ecology**. New York: A Wiley-Interscience Publication, 1975. 514 p.
- PRICE, P.W. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insects herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.11, p.41-65, 1980.
- PUTERKA, G.J.; SLOSSER, J.E.; PRICE, J.R. Parasites of *Heliothis* spp (Lepidoptera: Noctuidae, parasitism and seasonal occurrence for host crops in Texas Rolling Plains. **Environmental Entomology**, Maryland, v.14, p.441-446, 1985.

- RAINA, A.K.; KINGAN, T.G.; MATTOO, A.K. Chemical signals from host plant and sexual behaviour in a moth. **Science**, Washington D.C., v.255, n.5044, p.592-594, 1992.
- REESE, J.C.; CHAN, B.G.; WAISS, A.C. Effects of condensed tannins, maysin (corn) and pinitol (soybeans) on *Heliothis zea* growth and development. **Journal of Chemical Ecology**, New York, 1982
- REZENDE, J.A.M.; MIRANDA, L.T.; ROSSETO, C.J. Métodos de análise dos danos da lagarta da espiga, em médias de gerações envolvendo IAC Maya e Zapalote Chico. **Bragantia**, Campinas, v.41, p.57-66, 1982.
- SÁ, L.A.N. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, visando avaliar o seu potencial para o controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. 170p. (Dissertação- Doutorado em Entomologia).
- SÁ, L.A.N.; MONTEIRO, R.C.; ZUCCHI, R.A.; PARRA, J.R.P.; FRANCO, A.L.J.; SUZUKI, C.T. Parasitismo de pragas de milho por *Trichogramma pretiosum* Riley (1879) em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14, Recife, 1991. **Resumos...** Recife: SEB, 1991. p.253.
- SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P. Natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in corn by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.77, n.1, p.185-188, 1994.
- SALLES, L.A.B. Localização do hospedeiro pelo parasitóide. In: CROCOMO, W.B. (ed.). **Manejo Integrado de Pragas**, São Paulo: Editora UNESP, 1990. p.105-116.
- SARRIÉS, G.A.; OLIVEIRA, J.C.V.; ALVES, M.C. **SANEST**, Piracicaba: CIAGRI, 1992. 80p. (Série didática CIAGRI, 6).
- SCHMIDT, J.M. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. p.165-200.
- SCHMIDT, J.M.; SMITH, J.J.B. Host volume measurement by the parasitoid wasp *Trichogramma minutum*: the roles of curvature and surface area. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.39, p.213-221, 1985.
- SCHMIDT, J.M.; SMITH, J.J.B. Host examination walk and oviposition site selection of *Trichogramma minutum*: studies on spherical hosts. **Journal of Insect Behaviour**, v.2, p.143-171, 1989.

- STEIN, C.F.; PARRA, J.R.P. Aspectos biológicos de *Trichogramma* spp em diferentes hospedeiros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.16, n.1, p.163-170, 1987.
- SUZUKI, Y.; TSUJI, H.; SASAKAWA, M. Sex allocation and effects of superparasitism on secondary sex ratios in the gregarious parasitoid *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Animal Behaviour**, London, v.32, p.478-484, 1984.
- TIRONI, P. Aspectos bioecológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman; Platner, 1983 (Hym.: Trichogrammatidae), como agentes de controle biológico de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep.: Noctuidae) em milho. Lavras: ESAL, 1992. 74p. (Dissertação-Mestrado em Entomologia).
- Van EMDEM, H.F. The role of host plant resistance in pest-Mis-manegement. **Bulletin of Entomological Research**, Farham Royal, v.81, n.2, p.123-126, 1991.
- Van STEENBURG, W.E. *Trichogramma minutum* Riley as a parasite of the oriental fruit moth (*Laspeyresia molesta* Busck) in Ontario. **Canadian Journal of Research**, v.10, p.287-314, 1934.
- VARLEY, G.C.; GRADWELL, G.R.; HASSELL, M.P. **Insect population ecology, an analytical approach**. Berkeley: University of California Press, 1974. 212 p.
- VET, L.E.M.; DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.37, p.141-172, 1992.
- VINSON, S.B. Host selection by insects parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.21, p.109-134, 1976.
- WAAGE, J.K.; Ng, S.M. The reproductive strategy of a parasitic wasp. I. Optimal progeny and sex allocation in *Trichogramma evanescens*. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.53, p.401-415, 1984.
- WIDSTROM, N.W.; McMILLIAN; WISEMAN, B.R. Ovipositional preference of the corn earworm and the development of trichomes on two exotic corn selections. **Environmental Entomology**, Maryland, v.8, p.833-839, 1979.
- WIDSTROM, N.W.; WISEMAN, B.R. Resistance in corn to the earworm and the pace armyworm part IV: Earworm in corn injury to corn inbreds related to climatic conditions and plant characteristics. **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v.63, n.3, p.803-808, 1970.

ANEXO

TABELA 1A. Médias originais dos tratamentos nos diversos parâmetros avaliados nos experimentos de laboratório: experimento 1, com *Trichogramma atopovirilia*, experimento 2, com *Trichogramma pretiosum*.

EXPERIMENTO 1 (*Trichogramma atopovirilia*)

Parâmetros	Nº de fêmeas	Densidade de ovos de <i>Helicoverpa zea</i>					
		15	30	60	90	120	150
Ovos parasitados por fêmea	1	7,6	8,2	7,6	8,2	11,6	5,0
	3	1,9	5,5	8,3	8,3	4,6	7,0
	5	1,8	4,3	7,0	8,0	8,0	6,6
	10	1,0	1,7	4,6	4,7	5,8	4,0
Nº total de ovos parasitados	1	7,6	8,2	7,6	8,2	11,6	5,0
	3	4,6	1,6	22,2	19,2	12,8	21,0
	5	8,0	19,2	32,2	34,8	36,4	30,0
	10	8,0	14,4	42,2	43,0	57,0	37,0
Parasitóides produzidos por fêmea	1	7,8	12,0	13,4	9,8	15,4	8,4
	3	1,9	9,1	11,5	9,7	6,6	11,5
	5	3,1	6,6	12,4	10,2	8,7	8,8
	10	1,6	2,5	9,0	6,8	8,9	6,4
Parasitismo (%)	1	50,7	27,3	12,7	9,1	9,8	3,3
	3	38,7	55,3	41,3	27,8	11,5	14,0
	5	61,3	71,3	58,0	40,9	33,5	21,9
	10	68,0	57,3	76,3	52,2	52,2	26,8

TABELA 1A. Continuação ...

EXPERIMENTO 1 (*Trichogramma pretiosum*)

Parâmetros	Nº de fêmeas	Densidade de ovos de <i>H. zea</i>				
		30	60	90	120	150
Ovos parasitados por fêmea	1	10,8	8,8	8,2	9,5	9,8
	3	6,9	5,8	6,3	9,9	6,7
	5	4,9	7,2	9,7	8,7	8,6
	10	2,0	3,9	6,3	6,5	7,2
Nº total de ovos parasitados	1	10,8	8,8	8,2	9,5	9,8
	3	20,4	17,3	18,8	29,6	20,0
	5	24,4	35,8	48,6	43,4	42,8
	10	21,6	38,8	63,0	64,8	71,6
Parasitóides produzidos por fêmea	1	19,0	10,5	16,4	12,0	13,8
	3	8,7	10,8	6,7	12,3	8,7
	5	12,0	14,8	13,7	11,7	13,7
	10	3,9	9,1	10,4	9,2	9,9
Parasitóides emergidos por ovo	1	1,9	1,3	2,0	1,5	1,6
	3	1,3	2,0	1,3	1,4	1,4
	5	2,8	2,2	1,8	1,5	1,7
	10	1,9	2,5	1,8	1,7	1,5
Parasitismo (%)	1	36,0	14,6	9,0	7,9	6,5
	3	68,0	29,2	20,9	24,7	13,3
	5	81,3	59,1	54,0	26,0	28,5
	10	72,0	64,7	70,0	54,0	47,7
Razão sexual	1	0,79	0,78	0,66	0,79	0,50
	3	0,69	0,70	0,58	0,78	0,64
	5	0,77	0,62	0,58	0,74	0,19
	10	0,58	0,60	0,58	0,77	0,75

TABELA 2A. Número de ovos de *H. zea* disponíveis para cada fêmea de *Trichogramma* spp. nas combinações de densidades de ovos × densidade de fêmeas.

Fêmeas/ tubo	Densidade de ovos					
	15	30	60	90	120	150
1	15	30	60	90	120	150
3	5	10	20	30	40	50
5	3	6	12	18	24	30
10	1,5	3	6	9	12	15

TABELA 3A. Dados climáticos ocorridos durante a fase de coleta dos dados experimentais em Sete Lagoas, MG, aproximadamente a 6 km do campo de estudo

Data	Temperatura (°C)		Precipitação (mm)	UR média (%)
	máxima	mínima		
18/10/94	31,1	18,3	0,0	55,5
20/10/94	33,9	19,3	0,0	69,5
23/10/94	33,0	19,6	0,2	45,0
27/10/94	35,6	21,9	0,0	46,0
04/11/94	32,4	20,1	1,1	71,5
10/11/94	35,4	20,1	0,0	42,0
14/11/94	31,8	19,7	11,8	65,5
17/11/94	28,0	19,3	3,2	80,5
22/11/94	24,2	16,5	1,8	80,5
25/11/94	21,4	16,2	5,3	81,5
29/11/94	25,2	18,8	4,5	95,0
10/12/94	27,4	17,6	2,5	81,0
24/01/95	31,6	18,0	1,2	73,0
26/01/95	31,3	20,9	0,0	73,0
27/01/95	31,8	19,2	0,0	77,0