ESTUDOS BIOETOLÓGICOS DE *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988
(HYM., TRICHOGRAMMATIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatraea*
saccharalis (FABR., 1794) (LEP., PYRALIDAE)

JOÃO ROBERTO SPOTTI LOPES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.Dr. José Roberto Postali Parra

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre, em Ciências Biológicas.
Área de Concentração: Entomo-
logia

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
DEZEMBRO - 1988

L864e Lopes, Joao Roberto Spotti
 Estudos bioetológicos de Trichogramma galloi
 Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae) para o
 controle de Diatraea saccharalis (Fabr., 1794)
 (Lep., Pyralidae). Piracicaba, 1988.
 141p. ilustr.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Broca da cana-de-açúcar - Praga - Controle
biológico 2. Cana-de-açúcar - Praga - Controle
biológico 3. Inseto parasito 4. Tricogramatídeo
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Quei-
roz, Piracicaba

CDD 595.79

ESTUDOS BIOETOLOGICOS DE *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988
(HYM., TRICHOGRAMMATIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatraea*
saccharalis (FABR., 1794) (LEP., PYRALIDAE)

JOÃO ROBERTO SPOTTI LOPES

Aprovada em: 22/12/88

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

ESALQ/USP

Prof. Dr. Sinval Silveira Neto

ESALQ/USP

Dr. Paulo Sérgio Machado Botelho

IAA/PLANALSUCAR

Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA
Orientador

Aos meus pais

Aristides e

Cleide

OFEREÇO

Aos meus irmãos

Mariângela, José Antonio e Vânia

e a minha namorada,

Maria Tereza

pelo estímulo e colaboração

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Roberto Postalí Parra, Professor Adjunto do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela inestimável orientação e apoio na execução deste trabalho;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de estudo concedidas durante o Curso de Pós-Graduação em Entomologia;

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), ao Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica (FIPEC) e à FAPESP, pelo auxílio financeiro na condução das pesquisas;

Aos Professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, por todo o incentivo e ensinamentos recebidos, especialmente ao Dr. Roberto Antonio Zucchi pela identificação das espécies do parasitóide e auxílio na revisão do texto, e ao Dr. Sinval Silveira Neto pelas sugestões e apoios concedidos;

À Usina da Barra, Barra Bonita, SP, na pessoa do seu Gerente da Divisão Agronômica, Engº Agrº Oswaldo Alon-

so, pelas facilidades concedidas para a realização das pesquisas. Agradecimentos ao Técnico Fernando Cavalcanti Albuquerque, ao Engº Agrº Cássio Manin Paggiaro, à Bióloga Sônia de Fátima Razero, ao Sr. José Carlos Costa e à toda a equipe de funcionários de campo e de laboratório, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho;

Ao Centro de Tecnologia da COPERSUCAR, na pessoa do Engº Agrº Atílio C.M.M. Precetti, pela cessão das áreas experimentais e aos demais técnicos de laboratório e de campo pela colaboração nos experimentos de campo;

Aos responsáveis pelos Laboratórios de Entomologia das Usinas: Iracema, Iracemápolis, SP (Engº Agrº Eloísa Salmeron); Santa Bárbara, Santa Bárbara D'Oeste, SP (Bióloga Ana Maria Kühl Matarazzo) e Costa Pinto, Piracicaba, SP (Bióloga Marta Cristina Gonçalves Pinto), pelo fornecimento de insetos para as pesquisas;

Aos Engºs Agrºs Drª Marinêia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela orientação na análise estatística dos dados e ao Dr. Mário José Pedro Júnior da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo de Cam-

pinas, pelo assessoramento nas análises climáticas;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Entomologia, pela amizade, especialmente ao Biólogo João Justo Júnior, pelo auxílio nas pesquisas em telados e na confecção das fotografias;

Aos funcionários do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela atenção dispensada, em especial à Neide Graciano Zêrio, pela colaboração na condução dos ensaios em laboratório e à Cibele Maria Galvani, pelo auxílio na datilografia;

Às Bibliotecárias da Prefeitura do Campus da USP, em Piracicaba, Kátia M.P. de Andrade e Eliana M.G. Sabino, pela orientação na ordenação da bibliografia;

Ao Técnico Agrícola Eraldo Negri pela confecção das gaiolas de poliéster e auxílio nos ensaios de campo.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xvi
SUMMARY	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos Bioecológicos	5
2.2. Aspectos Bioetológicos	7
2.3. Dinâmica Populacional de Ovos de <i>D. saccharalis</i> e do Parasitismo por <i>Trichogramma</i>	13
2.3.1. Fenologia da cultura	16
2.3.2. Fatores climáticos	17
2.3.3. Efeito varietal	18
2.4. Liberação do Parasitóide	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1. Estudos em Laboratório	29
3.1.1. Estudos visando a produção e utilização de <i>T. galloi</i>	29
3.1.2. Metodologia geral para testes em laboratório	34
3.1.3. Capacidade de parasitismo de <i>T. galloi</i>	35
3.2. Estudos em Telados	37
3.2.1. Metodologia geral para estudos de <i>Tricho-</i> <i>gramma</i> em telados	37

3.2.2. Determinação do número ideal de <i>T. galloi</i> a ser liberado por ovo de <i>D. saccharalis</i>	43
3.3. Estudos em Campo	44
3.3.1. Dinâmica populacional de ovos de <i>D. saccharalis</i> e do parasitismo natural por <i>T. galloi</i>	44
3.3.2. Metodologia para as liberações de <i>Trichogramma</i> em campo	47
3.3.3. Capacidade de dispersão de <i>T. galloi</i>	48
3.3.4. Comparação de linhagens de <i>T. galloi</i> no parasitismo de <i>D. saccharalis</i>	50
3.3.5. Determinação do número de <i>T. galloi</i> a ser liberado por unidade de área	52
4. RESULTADOS E DUSCUSSÃO	53
4.1. Estudos em Laboratório	53
4.1.1. Capacidade de parasitismo de <i>Trichogramma galloi</i> Zucchi, 1988	53
4.2. Estudos em Telados	65
4.2.1. Estimativa do número de ovos na infestação artificial de <i>D. saccharalis</i>	65
4.2.2. Determinação do número ideal de <i>T. galloi</i> a ser liberado por ovo de <i>D. saccharalis</i>	67
4.3. Estudos em Campo	73
4.3.1. Dinâmica populacional de ovos de <i>D. saccharalis</i> e do parasitismo natural por <i>T. galloi</i>	73
4.3.2. Capacidade de dispersão de <i>T. galloi</i>	93
4.3.3. Comparação de linhagens de <i>T. galloi</i> no parasitismo de <i>D. saccharalis</i>	96

4.3.4. Determinação do número de <i>T. galloi</i> a ser li- berado por unidade de área	104
5. CONCLUSÕES	107
BIBLIOGRAFIA	110
APÊNDICES	137

LISTA DE TABELAS

Tabela nº		Página
1	Linhagens de <i>T. galloi</i> coletadas em ovos de <i>D. saccharalis</i> no campo, e mantidas numeradas no Departamento de Entomologia da ESALQ, Piracicaba, SP, com os respectivos locais de origem, datas de coleta e hospedeiros sobre os quais foram mantidas em laboratório	30
2	Variedades de cana-de-açúcar utilizadas no levantamento de ovos de <i>D. saccharalis</i> e do parasitismo natural por <i>T. galloi</i> , na Usina da Barra, em Barra Bonita, SP, com os respectivos locais e épocas de plantio (abril de 1986 a junho de 1988)	45
3	Parasitismo médio diário e porcentagem acumulada do parasitismo total de <i>T. galloi</i> (linhagem nº 64) mantido em ovos de <i>A. kuehniella</i>	55
4	Mortalidade (%) diária, longevidade média e respectivo intervalo de variação (I.V.) de fêmeas virgens de <i>T. galloi</i> (linhagem nº 64), mantidas em ovos de <i>A. kuehniella</i>	56
5	Parasitismo total com respectivo intervalo de variação (I.V.), de duas linhagens de <i>T. galloi</i> mantidas sobre duas densidades de ovos de <i>D. saccharalis</i>	61
6	Longevidade com respectivo intervalo de variação (I.V.), de machos e fêmeas de duas linhagens de <i>T. galloi</i> mantidas em duas densidades de ovos de <i>D. saccharalis</i>	62

Tabela nº		Página
7	Parasitismo diário ($\bar{X}$) e porcentagem acumulada do parasitismo total (%) de duas linhagens de <i>T. galloi</i> , mantidas sobre duas densidades de ovos de <i>D. saccharalis</i> ...	63
8	Número de pupas por ovo do hospedeiro com o respectivo intervalo de variação (I.V.), para duas linhagens de <i>T. galloi</i> , mantidas sobre duas densidades de ovos de <i>D. saccharalis</i>	65
9	Número médio de ovos por quadrado ($0,0625\text{cm}^2$ de área) para diferentes tamanhos de posturas de <i>D. saccharalis</i>	66
10	Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) e valores da estatística F obtidos na análise de regressão linear entre as variáveis X (número de quadrados) e Y (número de ovos), para diferentes tamanhos de postura de <i>D. saccharalis</i>	67
11	Porcentagem de parasitismo de ovos de <i>D. saccharalis</i> submetidos à liberação de números crescentes de adultos de <i>T. galloi</i> (linhagem nº 57), em cana-de-açúcar, var. NA 56-79, confinada em telados de "nylon". Piracicaba, SP (11 a 16 de outubro de 1986)	69
12	Porcentagens de parasitismo e de ressecamento de ovos de <i>D. saccharalis</i> submetidos à liberação de números crescentes de adultos de <i>T. galloi</i> (linhagem nº 57), em cana-de-açúcar, var. NA 56-79, confinada em telados de "nylon". Piracicaba, SP (08 a 13 de julho de 1988)	70

Tabela nº

Página

13	Início da oviposição de <i>D. saccharalis</i> em duas variedades de cana-de-açúcar; associação com a idade da cultura e parâmetros climáticos observados no período, em Barra Bonita, SP (1988).....	80
14	Oviposição máxima de <i>D. saccharalis</i> em diferentes variedades de cana-de-açúcar; associação com a idade da cultura e parâmetros climáticos observados no período. Barra Bonita, SP (1986/1987)	83
15	Início do parasitismo natural por <i>T. galloi</i> em diferentes variedades de cana-de-açúcar; associação com a idade da cultura e parâmetros climáticos observados no período. Barra Bonita, SP (1986/1988)	85
16	Parasitismo natural máximo por <i>T. galloi</i> em diferentes variedades de cana-de-açúcar; associação com a idade da cultura e parâmetros climáticos observados no período. Barra Bonita, SP (1986/1987)	88
17	Porcentagem de parasitismo de <i>T. galloi</i> (linhagem nº 57) em ovos de <i>D. saccharalis</i> , colocados a diferentes distâncias de um ponto central de liberação em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79 (cana soca). Piracicaba, SP (15 a 16 de março de 1987)	95
18	Porcentagem de parasitismo de ovos de <i>D. saccharalis</i> por diferentes linhagens de <i>T. galloi</i> em cana-de-açúcar, var. SP 71-1406 (cana planta), após a liberação em campo. Barra Bonita, SP (28 de outubro a 04 de novembro de 1987)	100

Tabela nº

Página

19	Porcentagem de predação de ovos de <i>D. saccharalis</i> em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406 (cana planta), em teste de liberação em campo, envolvendo diferentes linhagens de <i>T. galloi</i> . Barra Bonita, SP (28 de outubro a 04 de novembro de 1988)	101
20	Porcentagem de predação de ovos de <i>D. saccharalis</i> e parasitismo por diferentes linhagens de <i>T. galloi</i> em cana-de-açúcar, variedade SP 71-6163 (cana planta), após três dias de liberação em campo. Piracicaba, SP, (13 a 16 de novembro de 1987)	102
21	Porcentagem de predação de ovos de <i>D. saccharalis</i> e parasitismo por diferentes linhagens de <i>T. galloi</i> em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79 (cana soca, 5º corte), após 3 dias da liberação em campo. Piracicaba, SP (28 a 31 de maio de 1988)	103
22	Porcentagem de predação de ovos de <i>D. saccharalis</i> e do parasitismo por diferentes números de <i>T. galloi</i> (linhagem nº 57) liberados em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79 (cana soca, 5º corte). Piracicaba, SP (27 a 30 de agosto de 1988)	106

LISTA DE FIGURAS

Figura nº		Página
1	Cartolinas de 10 x 10cm utilizadas para multiplicação de <i>T. galloi</i> . A-ovos de <i>A. kuehniella</i> não parasitados; B-ovos de <i>A. kuehniella</i> parasitados	33
2	Gaiolas de poliéster utilizadas para obtenção de ovos de <i>D. saccharalis</i> na planta (A) e telados de "nylon" utilizados para a realização de testes de parasitismo (B)	39
3	Copo plástico utilizado para liberação do parasitóide	42
4	Modelo de ficha utilizado no levantamento de ovos de <i>D. saccharalis</i> e do parasitismo por <i>T. galloi</i> , na Usina Barra Bonita, em Barra Bonita, SP	46
5	Esquema da distribuição das posturas de <i>D. saccharalis</i> ao redor de um ponto central de liberação de <i>T. galloi</i> , em estudos de dispersão	49
6	Porcentagem acumulada do parasitismo total e parasitismo diário (média $\pm$ erro padrão da média de <i>T. galloi</i> , (linhagem nº 64) mantido em ovos de <i>A. kuehniella</i>	57
7	Porcentagem acumulada do parasitismo total e parasitismo diário (média $\pm$ erro padrão da média) de duas linhagens de <i>T. galloi</i> , mantidas sobre duas densidades de ovos de <i>D. saccharalis</i>	64

8	Equação de regressão para as variáveis número de parasitoides (<i>T. galloi</i> - linhagem nº 57), liberados por ovo de <i>D. saccharalis</i> e porcentagem de parasitismo em telados de "nylon". Piracicaba, SP (11 a 16 de outubro 1986)	71
9	Equação de regressão para as variáveis número de parasitoides (<i>T. galloi</i> - linhagem nº 57) liberados por ovo de <i>D. saccharalis</i> e porcentagem de parasitismo, em telados de "nylon". Piracicaba, SP (08 a 13 de julho de 1988)	72
10	Flutuação populacional de ovos de <i>D. saccharalis</i> e do parasitismo natural por <i>T. galloi</i> em cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura. Barra Bonita, SP (Fazenda Água Sumida)	74
11	Flutuação populacional de ovos de <i>D. saccharalis</i> e do parasitismo natural por <i>T. galloi</i> em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura. Barra Bonita, SP (Fazenda Espírito Santo)	75
12	Flutuação populacional de ovos de <i>D. saccharalis</i> e do parasitismo natural por <i>T. galloi</i> em cana-de-açúcar, variedade SP 70-1284, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura, bem como o número provável de gerações da broca. Barra Bonita, SP (Fazenda São Miguel)	76

Figura nº

Página

- 13 Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura, bem como o número provável de gerações da broca. Barra Bonita, SP. (Fazenda São Miguel) 77
- 14 Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura, bem como o número provável de gerações da broca. Barra Bonita, SP (Fazenda Itaúna) 78
- 15 Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura, bem como o número provável de gerações da broca. Barra Bonita, SP (Fazenda Bosque) 79
- 16 Número provável de gerações de *D. saccharalis* durante o ano, em cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143, baseando-se em suas exigências térmicas (GD), em Barra Bonita, SP 82
- 17 Redução hipotética de *D. saccharalis* em função de duas liberações de *T. galloi*, e número provável de gerações deste parasitóide para cada geração da broca, com base em suas exigências térmicas. Barra Bonita, SP ... 92

ESTUDOS BIOETOLÓGICOS DE *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988 (HYM.,
TRICHOGRAMMATIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatraea saccharalis*
(FABR., 1794) (LEP., PYRALIDAE)

Autor: João Roberto Spotti Lopes

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

RESUMO

Foram realizados estudos bioetológicos com *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, visando-se à obtenção de informações básicas para futuras liberações deste parasitóide no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), em cana-de-açúcar. Os estudos foram realizados em laboratório e telados, no Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP) (Piracicaba, SP), e em condições de campo, na Usina da Barra (Barra Bonita, SP) e no Centro de Tecnologia da COPERSUCAR (Piracicaba, SP), no período compreendido entre março de 1986 a agosto de 1988.

Em laboratório, o parasitismo por *T. galloi* foi afetado pela densidade de ovos de *D. saccharalis*, sendo mais elevado no início da vida das fêmeas do parasitóide. Assim, para o controle de *D. saccharalis*, as liberações devem ser realizadas com parasitóides recém-emergidos. Em telados, um máximo de parasitismo foi alcançado, liberando-se, em média, 1,6 indivíduos de *T. galloi* por ovo de broca-da-cana.

A dinâmica populacional de ovos de *D. saccharalis* esteve mais correlacionada com a fenologia da cana-de-açúcar do que com parâmetros climáticos. Os primeiros ovos foram observados em torno de 40 a 50 dias após o plantio da cana-de-açúcar, sendo que o pico de postura coincidiu com a 3ª geração da broca, correspondendo a idade de 9 a 10 meses do canavial. O parasitismo natural por *T. galloi* acompanhou o crescimento populacional da broca, atingindo o pico na 3ª e 4ª gerações da mesma. Este parasitismo foi variável em função da variedade estudada. As liberações de *T. galloi* devem ser realizadas quando se observarem os primeiros ovos de *D. saccharalis* na cultura. O raio de ação de *T. galloi*, 24 horas após a sua liberação em cana-de-açúcar, foi de 10m. A linhagem nº 57 de *T. galloi* (do laboratório de *Trichogramma* - ESALQ/USP) foi a mais promissora em condições de campo, proporcionando um parasitismo de até 58%. Baseando-se nos testes de telados e de campo, conclui-se que ocorre um maior parasitismo por *T. galloi* a partir de 200.000 parasitóides por ha. Tendo em vista a alta predação existente em campo, a avaliação do parasitismo deve ser realizada 3 dias após as liberações do parasitóide.

BIOETHOLOGICAL STUDIES ON *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988 (HYM.,
TRICHOGRAMMATIDAE) TOWARDS *Diatraea saccharalis* (FABR., 1794)
(LEP., PYRALIDAE) CONTROL

Author: João Roberto Spotti Lopes

Adviser: Prof. Dr. José Roberto Postalí Parra

SUMMARY

Bioethological studies on *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 were carried out in order to obtain basic information for future releases of this parasitoid for controlling *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) in sugarcane crops. The studies were conducted in laboratory and cages, in the Department of Entomology, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP) (Piracicaba, SP), and, under field conditions, at Usina da Barra (Barra Bonita, SP) and COPERSUCAR's Technology Center (Piracicaba, SP), in the period between March 1986 and August 1988. In the laboratory, *T. galloi* parasitism was affected by *D. saccharalis* egg density, and was higher in the early life stage of the parasitoid females. Thus, for *D. saccharalis* control, releases should be effected with recently emerged parasitoids. In cages, peak parasitism was reached by releasing an average of 1.6 *T. galloi* individuals per sugarcane borer egg. The populational dynamics of *D. saccharalis* eggs was more correlated with the phenology of sugarcane than with climatic parameters. The first eggs were found around 40 to 50 days after sugarcane planting, and the egg-laying peak coincided with the 3rd generation of the borer,

corresponding to 9 to 10 months of age of the cane field. The natural parasitism by *T. galloi* followed the borer populational growth, the peak was reached at the 3rd and 4th generations of the borer and was dependent on sugarcane variety. *T. galloi* releases should be effected when the first eggs of *D. saccharalis* are found in the field. The range of action of *T. galloi*, 24 hours after release in sugarcane crops, was 10m. Strain nº 57 of *T. galloi* (from ESALQ's *Trichogramma* laboratory) was the most promising under field conditions, as it provides a parasitism of up to 58%. Based on cage and field tests, it was concluded that a satisfactory parasitism by *T. galloi* occurs starting from 200,000 parasitoids per ha. In view of the high predation existing in the field, parasitism evaluation should be conducted 3 days after parasitoid releases.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo, tem como principal praga a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), cujos danos são responsáveis por relevantes perdas na produção de açúcar e álcool (LOPES *et alii* 1983; PRECETTI *et alii* 1988).

Visando ao controle desta praga no Brasil, vários métodos têm sido pesquisados, sendo o controle biológico o mais apropriado para as condições brasileiras (MACEDO & BOTELHO, 1986). Desta forma, este controle vem sendo realizado através da liberação de três parasitóides larvais, ou seja, dois taquinídeos autóctones, *Paratheresia claripalpis* Wulf., 1896 e *Metagonistylum minense* Towns., 1926 e o braconídeo *Apanteles flavipes* (Cam., 1891), introduzido de Trinidad - Tobago.

Entretanto, recentemente, verificou-se ser a fase de ovo, o fator chave do crescimento populacional da broca-da-cana (BOTELHO, 1985). Assim, os parasitóides de ovos, especialmente os do gênero *Trichogramma*, cujas espécies são abundantes no Brasil (ZUCCHI, 1985), devem ser estudados para serem mais uma opção no manejo desta praga.

Com o intuito de investigar a possibilidade de utilização de *Trichogramma* spp. em cana-de-açúcar, o Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" vem desenvolvendo um projeto global que envolve desde a coleta e identificação de espécies, até a avaliação da eficiência do parasitóide em campo.

Dentre as espécies de *Trichogramma* que parasitam ovos de *D. saccharalis* no Estado de São Paulo, *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 tem sido a predominante, e para as inúmeras linhagens coletadas, são imprescindíveis estudos bioetológicos.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo definir, através de estudos de comportamento em laboratório, em telados e no campo, as linhagens de *T. galloi* mais promissoras, bem como desenvolver pesquisas básicas para as liberações e avaliação da eficiência do parasitóide no controle de *D. saccharalis*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os estudos com o parasitóide de ovos, *Trichogramma* spp., sofreram um grande impulso quando FLANDERS (1927) demonstrou ser possível criá-lo em um hospedeiro alternativo (ou de substituição), no caso, *Sitotroga cerealella* (Oliv., 1819). Esta descoberta possibilitou a criação massal do parasitóide, imprescindível para liberações inundativas. Com este avanço, a viabilidade de sua utilização no controle de várias pragas, incluindo *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), começou a ser investigada.

As liberações inundativas de *Trichogramma* visando ao controle de *D. saccharalis* foram iniciadas em 1925 na Louisiana (EUA) (HINDS & OSTERBERGER, 1932; HINDS & SPENCER, 1928, 1929, 1930) e em Barbados (América Central) (TUCKER, 1933), tendo sido obtidos resultados de parasitismo aparentemente satisfatórios. No entanto, a real eficácia destas liberações foi bastante questionada, sendo o método reinvestigado por vários autores. Entre outros, JAYNES & BYNUM (1941) e BURREL & McCORMICK (1962) na Louisiana, WILSON (1941) na Flórida (EUA) e BRENIÈRE (1965) em Madagascar (África), verificaram que as liberações dos parasitóides não resultaram em redução do dano provocado pela broca-da-cana. Conseqüentemente, este método

de controle foi abandonado na Louisiana e em Barbados, em 1936 e 1959, respectivamente.

Após a paralização do programa de liberação de *Trichogramma* em Barbados, ocorreu um aumento súbito da infestação de *D. saccharalis* em 1960, o que ocasionou o reinício dos estudos sobre populações naturais de *Trichogramma* e uma reavaliação da campanha de controle da praga com este parasitóide (METCALFE, 1963). Embora o método tenha sido descartado nas Américas após a década de 60, as liberações tiveram continuidade na América do Sul, incluindo Peru (POLLACK, 1975) e Colômbia (BENNETT, 1971), tendo RISCO (1961) alertado para a importância de se conhecer aspectos da dinâmica populacional da praga e do parasitóide, bem como a biologia das espécies de *Trichogramma* envolvidas nas liberações. METCALFE & BRENIÈRE (1969), citaram ainda outros aspectos como importantes para uma maior eficiência do *Trichogramma*: escolha do hospedeiro adequado para a multiplicação em laboratório, seleção de linhagens mais agressivas e uso de um método eficiente para avaliar o parasitismo em campo.

Atualmente, o controle de brocas em cana-de-açúcar através de liberações de *Trichogramma* está restrito ao Oriente, tendo sido relatados bons resultados em países como: Taiwan (TSENG, 1975), Índia (VARADHARAJAN, 1976), Malásia (PAN & LIN, 1979), Tailândia (MEENAKANIT *et alii*, 1988) e especialmente na China (SHEN-ZENG, 1988; MING-FANG, 1988).

No Brasil, as primeiras liberações de *Trichogramma* em cana-de-açúcar foram realizadas por Jalmirez Gomes e Américo Gonçalves nos Estados do Rio de Janeiro e Sergipe; no entanto, o trabalho teve curta duração e os resultados não foram relatados (MORAES *et alii*, 1983). Após este

do parasitóide (SCHMIDT & SMITH, 1985). Assim, em ovos de *D. saccharalis*, têm sido observados, em média, de 2 a 3 indivíduos (CUEVA, 1979).

Uma característica marcante dos ovos parasitados por *Trichogramma* é o seu escurecimento, devido à deposição de grânulos pretos na superfície interna do córion, durante o início do terceiro instar larval do parasitóide (MOUTIA & COURTOIS, 1952). Entretanto, ovos já parasitados são identificados pela fêmea, devido à presença de marcas de ovipositor do parasitóide na superfície do córion (KLOMP *et alii*, 1980).

A razão sexual em *Trichogramma* é variável, sendo dependente de alguns fatores como: temperatura, umidade, tipo de hospedeiro, superparasitismo e idade das fêmeas (VOEGELE, 1978). No Texas, FUCHS & HARDING (1978), coletando *Trichogramma* spp. em ovos de *D. saccharalis*, observaram predominância de machos (razão sexual de 0,34), enquanto que BROWNING & MELTON (1987), estudando *Trichogramma fuentesi* Torre, 1980, verificaram um maior número de fêmeas (razão sexual de 0,83). No Brasil, MICHELETTI (1987) observou uma relação sexual média de 7,1 fêmeas para 1 macho em *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 coletado no campo.

O desenvolvimento do *Trichogramma* é bastante influenciado por fatores físicos como temperatura, umidade e luz, sendo que a temperatura é um fator preponderante, podendo afetar, entre outros parâmetros, a duração do desenvolvimento, a relação sexual, o parasitismo e a longevidade dos adultos (CALVIN *et alii*, 1984).

BLEICHER (1985) estudou a biologia e as exigências térmicas de populações de *Trichogramma* spp. coletadas em ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) em diferentes regiões do Brasil, verificando que estas

primeiro registro, os estudos referentes ao assunto nas condições brasileiras, restringiram-se a levantamentos populacionais do hospedeiro e do parasitóide executados em condições naturais (MICHELETTI, 1987).

Atualmente, existem dois programas em andamento no Brasil: um, envolvendo pragas de florestas, que está sendo desenvolvido pela Universidade Federal de Minas Gerais desde 1975 (MORAES *et alii*, 1983), e outro relacionado à pragas de importância agrícola, do qual é parte integrante a presente pesquisa, e que está sendo conduzido pelo Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP).

2.1. Aspectos Bioecológicos

Os insetos do gênero *Trichogramma* são holometabólicos, apresentando as fases de ovo, larva (com três instares), pré-pupa, pupa e adulto. Excetuando-se a fase adulta, todas as outras ocorrem dentro do ovo do hospedeiro (MOUTIA & COURTOIS, 1952).

O acasalamento não é obrigatório, e a reprodução por partenogênese pode ser de três tipos: arrenótoca (biparental), telítoca (uniparental) e deuterótoca (DOUTT, 1959).

O parasitismo é estimulado pela presença de caïromônios, que se encontram nas escamas dos lepidópteros e permanecem junto ao ovo do hospedeiro no momento da oviposição. Eles já foram identificados como sendo a substância química tricosano (LEWIS *et alii*, 1975).

O número de ovos colocados no hospedeiro é variável em função do volume do ovo, cuja superfície e curvatura são avaliadas pela fêmea

exigências foram variáveis de espécie para espécie, variando também em função do hospedeiro-de-substituição e da procedência da linhagem.

As exigências hídricas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *T. galloi* em hospedeiros naturais foram estudadas por ALMEIDA & PARRA (1987), os quais observaram que os ovos de *A. argillacea* e de *D. saccharalis* foram bastante sensíveis à dessecação, ocorrendo um decréscimo na emergência dos parasitoides em umidades inferiores à 80%. Por esta razão, PARRA *et alii* (1987a) não recomendaram a esterilização dos ovos de *D. saccharalis* com luz ultravioleta, para os estudos com *Trichogramma*.

O efeito da luz está mais relacionado com a atividade do parasitóide. Estes insetos são fototrópicos positivos (METCALFE & BRENIERE, 1969) e apresentam máxima atividade de oviposição durante o dia (ASHELY *et alii*, 1973; PAK & OATMAN, 1982).

2.2. Aspectos Bioetológicos

Atualmente, estudos bioetológicos em laboratório têm sido bastante utilizados para a seleção pré-liberatória das espécies e linhagens de *Trichogramma* mais eficientes no controle das pragas (PAK, 1988). Entre outros atributos, a capacidade de parasitismo em diferentes hospedeiros, tem sido freqüentemente explorada nestes estudos.

Entretanto, conhecer o estágio embrionário do hospedeiro (ou idade do ovo) preferido pelos parasitoides, representa uma etapa básica para a condução destes trabalhos (VAN DIJKEN *et alii*, 1986). Se um parasitóide é específico para uma certa idade do hospedeiro, a sua efetividade

como agente de controle biológico, em condições naturais, será reduzida, pois será pequeno o período de tempo disponível ao parasitismo (LEWIS & REDLINGER, 1969; MARSTON & ERTLE, 1969; PAK, 1986). Além deste aspecto, o estudo do comportamento do parasitóide em relação a diferentes idades do hospedeiro para a produção massal, pode aumentar a eficiência do sistema de produção de *Trichogramma* (BENOIT & VOEGELÉ, 1979).

Segundo MELLINI (1986), a idade do hospedeiro pode restringir a sua aceitação pelo parasitóide, nos casos em que ocorre um gradual endurecimento do córion, limitando a penetração do ovipositor. No entanto, a seleção da idade do hospedeiro pelo *Trichogramma*, aparentemente é mais influenciada por alterações que ocorrem na qualidade do hospedeiro durante o seu desenvolvimento embrionário, que o tornam inadequado para o desenvolvimento do parasitóide (PAK, 1986). Segundo SCHMIDT (1970), durante este desenvolvimento ocorrem variações no pH, na pressão osmótica, na resposta imunológica e nas características nutricionais do hospedeiro.

Analisando diferentes estudos referentes ao assunto, PAK (1988) verificou que as relações entre a idade do hospedeiro e o parasitismo por *Trichogramma* spp. podem ser agrupadas em nove tipos básicos, sendo que de uma maneira geral, o parasitismo é maior nos hospedeiros mais novos, decrescendo gradativamente ou, bruscamente à medida que avança o estágio embrionário. No entanto, o tipo de relação mostrou-se variável dentro de uma mesma família de hospedeiros e entre diferentes espécies de *Trichogramma* (NAVARAJAN, 1979).

Existem inúmeros estudos que exemplificam estas relações. Assim, MARSTON & ERTLE (1969), PARKER & PINNELL (1974) e PAK & OATMAN (1982),

observaram que a inibição da oviposição em ovos de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802), coincidia com a blastocinese deste hospedeiro. Em *Ostrinia nubilalis* (Hübner.) verificou-se uma acentuada redução no parasitismo por *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833, após a rotação do embrião ("katatrepsis") e formação dos ocelos (BENOIT & VOEGELÉ, 1979). A esclerotização da cápsula cefálica do embrião, de forma geral, impossibilitou o desenvolvimento dos parasitoides nos ovos dos hospedeiros (LEWIS & REDLINGER, 1969; HIRAI, 1988). Entretanto, foram encontrados casos em que o parasitóide foi capaz de matar o hospedeiro momentos antes da eclosão (METCALFE & VAN WHERVIN, 1967; MARSTON & ERTLE, 1969), devido à introdução do ovipositor e à injeção de substâncias tóxicas (BENOIT & VOEGELÉ, 1979).

A influência da idade do hospedeiro na razão sexual da prole mostrou-se variável. STERN & BOWEN (1963) não verificaram influência deste parâmetro; TAYLOR & STERN (1971) observaram predominância de fêmeas em ovos mais velhos, enquanto que NAVARAJAN (1979) e JULIANO (1982) constataram um maior número de fêmeas nos ovos mais novos. O número de ovos colocados por fêmea no interior do hospedeiro, geralmente diminui com a idade do mesmo (MARSTON & ERTLE, 1969; JULIANO, 1982; PAK & OATMAN, 1982; PAK, 1988).

Segundo PAK (1986), a metodologia adotada neste tipo de estudo tem grande influência nos resultados obtidos. Desta forma, VAN DIJKEN *et alii* (1986) recomendaram a utilização do esquema de livre-escolha, no qual todas as idades do hospedeiro são oferecidas conjuntamente ao parasitóide, pois, de acordo com estudos realizados por KREBS & McCLEERY (1984), um parasitóide vai parasitar um determinado hospedeiro com maior ou menor

intensidade, dependendo da chance que ele possuir de optar por outros hospedeiros.

A importância da capacidade de parasitismo na seleção de parasitoides para liberações inundativas, tem sido freqüentemente apontada. Assim, HASSEL (1982) observou que, quando os ovos do hospedeiro são colocados em conjunto (posturas), e não isoladamente, a ação do parasitóide pode ser reduzida se uma única fêmea não for capaz de parasitar todos os ovos da postura. Além disto, diferenças entre linhagens de *Trichogramma*, quanto à eficiência em campo, podem ser constatadas em laboratório, mediante avaliação da capacidade de parasitismo (SMITH & HUBBES, 1986).

O número de ovos parasitados por fêmea é dependente da espécie, do tipo de hospedeiro e da longevidade do adulto, podendo variar em função de fatores como: alimentação, densidade do hospedeiro, presença de caixomônios e temperatura (PARRA & ZUCCHI, 1986).

A diferença na capacidade de parasitismo entre parasitoides de espécies diferentes tem sido comumente relatada. Assim, BROWNING & MELTON (1987) estudaram oito espécies de *Trichogramma* em ovos de *D. saccharalis*, verificando que o parasitismo se manteve em níveis baixos, variando de 0,1 a 21,5 ovos parasitados por fêmea, para *Trichogrammatoidea eldanae* Viggiani, 1979 e *T. fuentesi*, respectivamente. HASSAN (1988), avaliando a capacidade de parasitismo de 12 espécies de *Trichogramma*, selecionou *T. evanescens* como sendo a mais agressiva para o controle de *O. nubilalis*. Por outro lado, é de particular interesse a variação no parasitismo observada entre diferentes linhagens de uma mesma espécie. NAGARKATTI & NAGARAJA (1978) compararam uma população selvagem e outra de laboratório de *Trichogramma confusum* Viggiani, 1976, observando que as fêmeas de laboratório

apresentam maior longevidade, porém, o número de fêmeas da progênie foi menor do que o da população selvagem. BLEICHER (1985) comparou, através de tabela de vida, duas linhagens de *T. pretiosum* coletadas em regiões diferentes do Brasil, verificando diferenças quanto à capacidade de parasitismo, potencial reprodutivo e taxa líquida de reprodução, em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879).

O hospedeiro é um fator decisivo na fecundidade de *Trichogramma*. Um exemplo clássico deste fato é o relatado por LEWIS *et alii* (1976), que observaram fecundidades de 147,9 e 9,9 ovos por fêmea, para *T. pretiosum* criado em *A. kuehniella* e *S. cerealella*, respectivamente. NAVARAJAN *et alii* (1981) e SMITH *et alii* (1986) verificaram que, normalmente, hospedeiros maiores deram origem a parasitoides mais robustos, os quais, geralmente, apresentaram fecundidade e longevidade maiores.

A densidade do hospedeiro também exerce influência sobre a capacidade de parasitismo. Assim, conforme foi verificado para várias espécies de *Trichogramma*, o número de ovos parasitados por fêmea tende a ser maior com o aumento da densidade do hospedeiro, obviamente, dentro de certos limites, estabilizando-se quando é atingida a capacidade máxima de parasitismo da fêmea (PAK & OATMAN, 1982; BURBUTIS *et alii*, 1983). Ultrapassando-se estes limites, a porcentagem de parasitismo torna-se inversamente proporcional à densidade do hospedeiro (CABELLO & VARGAS, 1988a; HOHMANN *et alii*, 1988). Ao contrário do que se observou para a capacidade de parasitismo, o número de ovos colocados por hospedeiro e o número de machos da progênie foram inversamente proporcionais à densidade do hospedeiro (PAK & OATMAN, 1982; HOHMANN *et alii*, 1988).

A capacidade de parasitismo é bastante afetada pela alimentação do parasitóide. Assim, YU *et alii* (1984) verificaram que *Trichogramma minutum* Riley, 1871, alimentado com mel diluído a 50%, exibiu um parasitismo de 236,8 ovos por fêmea, enquanto que sem alimento, o parasitismo reduziu-se para 39,8 ovos por fêmea. Liberando-se esta mesma espécie para o controle de *Choristoneura fumiferana* (Clemens) em florestas, SMITH *et alii* (1986) obtiveram uma redução de 50% no parasitismo, quando os parasitóides foram privados de alimento.

Parasitóides submetidos a temperaturas inferiores a 17°C e superiores a 30°C, exibiram drástica redução na fecundidade (CALVIN *et alii*, 1984; SMITH *et alii*, 1986; CABELLO & VARGAS, 1988b). As maiores fecundidades foram obtidas, mantendo-se os parasitóides a temperatura de 25°C (RUSSO & VOEGELÉ, 1982; CABELLO & VARGAS, 1988b).

Segundo HOHMANN *et alii* (1988), a capacidade de parasitismo foi afetada pela longevidade da fêmea, mostrando-se inversamente proporcional ao tempo que as fêmeas foram mantidas sem hospedeiro.

Quanto ao ritmo diário de oviposição, verificou-se que a maior parte das espécies estudadas exibiram o parasitismo concentrado até o 4º dia de vida das fêmeas (FYE & LARSEN, 1969; SHAOTANG *et alii*, 1988). Entretanto, BLEICHER (1985), estudando uma linhagem de *T. pretiosum* coletada em Iguatu (CE), observou que a mesma apresentou um parasitismo pouco concentrado no tempo, parasitando até o 7º dia, apenas 62,85% do total de ovos parasitados.

2.3. Dinâmica Populacional de Ovos de *D. saccharalis* e do Parasitismo por *Trichogramma*

O sucesso na utilização de *Trichogramma* em liberações inundativas depende de uma coincidência temporal, espacial e numérica entre o hospedeiro e o parasitóide. Entre outros aspectos, para que haja esta coincidência, é de fundamental importância o estudo da dinâmica populacional da praga, correlacionando as densidades de ovos do hospedeiro e o respectivo parasitismo por *Trichogramma*, com os diferentes estágios fenológicos da cultura (VOEGELE, 1988) e com os parâmetros climáticos locais (METCALFE & BRENIERE, 1969).

Os primeiros estudos de dinâmica populacional de *D. saccharalis* nas Américas, restringiram-se a observações do parasitismo por *Trichogramma*, em determinadas épocas do ano. CLEARE (1928), verificou uma média de 40% e um máximo de 75% de parasitismo natural nas Guianas. Em Barbados, TUCKER (1933) observou dois picos de oviposição: o primeiro de março a junho (70.000 ovos/ha) e o segundo de setembro a outubro (100.000 ovos/ha), no qual o parasitismo atingiu um máximo de 66,5%. SMYTH (1939) no Peru, constatou que o parasitismo aumentou de 8 para 78%, durante o período de novembro a maio, declinando entre maio e outubro.

Estudando a relação entre a densidade de ovos de *D. saccharalis* e o parasitismo natural por *Trichogramma* na Louisiana (EUA), JAYNES & BYNUM (1941) verificaram uma correlação positiva até uma certa densidade do hospedeiro (400 ovos/hora/homen), acima da qual o parasitismo manteve-se constante, em torno de 90%. Por outro lado, KNIPLING (1977), verificou que o parasitismo natural por *Trichogramma* foi baixo (0-30%) nas três primeiras

gerações da broca-da-cana, sô atingindo o nível de 90% durante a 4ª geração, quando grande parte dos prejuízos já haviam sido causados.

Para a interpretação de resultados de levantamentos, deve-se levar em consideração que os valores de parasitismo, bem como o número de ovos de *D. saccharalis* coletados, estão subestimados, pois, geralmente, não é computada a ação de predadores que podem eliminar, indistintamente, ovos parasitados e não parasitados (METCALFE & VAN WHERVIN, 1967).

No Brasil os primeiros estudos populacionais de *D. saccharalis* foram realizados através da coleta de adultos por armadilhas luminosas. De uma maneira geral, no Estado de São Paulo, as maiores coletas se deram no período compreendido entre agosto e abril, sendo os picos populacionais verificados nos meses de setembro a novembro (GALLO *et alii*, 1967; SILVEIRA NETO *et alii*, 1968). Também TERÁN (1979), utilizando armadilhas de feromônio sexual, observaram o pico de adultos (machos) nos meses de setembro a dezembro. Com relação aos levantamentos de ovos, BOTELHO (1985) e MICHELETTI (1987) observaram predominância de posturas de broca-da-cana nos meses de janeiro a março, em Araras e Iracemápolis, SP.

As primeiras informações sobre o parasitismo natural de *Trichogramma* em cana-de-açúcar, originaram-se de estudos de predação de ovos de *D. saccharalis* em condição de campo. Assim, TERÁN (1980), avaliou o controle de ovos no Estado de São Paulo, fixando nas folhas de cana, tiras de papel sulfite contendo posturas de *D. saccharalis*, obtidos em laboratório, com menos de 24 horas de idade. Após dois anos de avaliação, verificou-se uma média geral de 76,16% de controle natural, sendo 63,64% devido a predadores, apenas 3,90% devido aos parasitoides e o restante (8,63%),

atribuído a outras causas (provavelmente doenças e/ou condições climáticas adversas). Adotando metodologia similar, outros autores obtiveram resultados semelhantes (MACEDO *et alii*, 1978; DEGASPARI *et alii*, 1983).

Entretanto, DEGASPARI *et alii* (1987), analisando os índices de parasitismo natural observados no Brasil, concluíram que a utilização de posturas de broca em substrato de papel, durante os levantamentos, parece ter afetado o comportamento do *Trichogramma*, ocasionando um baixo parasitismo em campo. Efeitos similares foram observados por ORPHANIDES & GONZALEZ (1971), para *T. pretiosum*, provavelmente, mascarando a atuação dos caíromônios que são fundamentais para um maior parasitismo (LEWIS *et alii*, 1975).

MICHELETTI (1987), após desenvolver uma técnica para obtenção de ovos de *D. saccharalis* na própria folha da cana, através do confinamento de casais da broca em gaiolas de "nylon" na planta, observou que nestas condições, a média do parasitismo natural foi bastante superior (38,9 a 78,9%) à observada para ovos obtidos em laboratório e levados ao campo sobre papel sulfite (5,4%). LOPES *et alii*¹, liberando *T. galloi* em casa-de-vegetação, verificaram uma redução de 64% no parasitismo, quando os ovos de *D. saccharalis* foram oferecidos em papel sulfite e não na própria folha da cana.

MAGRINI (1988), estudando o parasitismo por *Trichogramma* sp. em ovos de broca obtidos em seis diferentes tipos de papel, observou que em todos os substratos utilizados ocorreu mais de 90% de ressecamento

¹ LOPES, J.R.S.; PARRA, J.R.P.; JUSTI JÚNIOR, J.; AGUILAR, J.A.D. (Departamento de Entomologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP). Metodologia para estudos de *Trichogramma* em cana-de-açúcar. (Em elaboração).

dos ovos, indicando que, provavelmente, o papel retira a umidade dos ovos, afetando o desenvolvimento do parasitóide. Desta forma, concluiu que a folha da cana foi o único substrato aceitável para obtenção de ovos de *D. saccharalis*, visando aos estudos com *Trichogramma*.

A dinâmica populacional de ovos de *D. saccharalis* e o parasitismo por *Trichogramma* têm sido freqüentemente relatados como dependentes da fenologia da cultura e da variedade cultivada (CUEVA, 1979; MICHELETTI, 1987), embora possam ser influenciados por fatores climáticos (BOTELHO *et alii*, 1978), pela nutrição do canavial, composição vegetal de áreas vizinhas e por locais e anos distintos (TERÁN, 1979).

2.3.1. Fenologia da cultura

Segundo KNIPLING (1977), o desenvolvimento da cultura é o principal fator que determina a eficiência e a dinâmica da população do *Trichogramma*. CUEVA (1979), no Peru, observou que o aparecimento dos ovos de *D. saccharalis* ocorreu após 41 dias do plantio da cana, tendo o parasitismo natural iniciado aos 76 dias e atingido 73% aos 136 dias. Também no Peru, AYQUIPA *et alii* (1980) verificaram que o parasitismo natural tem início aos dois meses, aumentando gradualmente com o desenvolvimento da cultura. MICHELETTI (1987), após dois anos de levantamentos em Iracemápolis, SP, constatou uma variação no parasitismo natural de 38,88 a 78,85%, sendo que as maiores taxas foram observadas no período de 7 a 12 meses após o plantio, em canas plantas com ciclos de 12 a 18 meses, as quais se encontravam próximas ao estágio de maturação. Para cana soca e ressoça, este autor observou a mesma tendência registrada em cana planta, constatando, no entanto,

Índices populacionais menores, com um parasitismo máximo de 33,3%.

Segundo PARRA *et alii* (1987a) e MACEDO & BOTELHO (1988), as canas plantas sofrem um maior ataque de *D. saccharalis* do que as soqueiras, por apresentarem maior vigor vegetativo, por permanecerem mais tempo expostas à praga e pelo complexo de inimigos naturais ser mais reduzido, devido às práticas culturais realizadas com vistas à instalação da lavoura (FULLER & REAGAN, 1988).

2.3.2. Fatores climáticos

TERÁN (1979), após dois anos de estudos no Estado de São Paulo, constatou que a flutuação de adultos de *D. saccharalis* apresentou-se correlacionada com temperatura e precipitação pluviométrica. Assim, em 1975, cujo inverno foi rigoroso, poucos adultos foram coletados, enquanto que no ano atípico de 1976 (inverno chuvoso), verificou-se um pico de adultos em julho e agosto.

Entretanto, estudos realizados por MICHELETTI (1987) em Iracemápolis, SP, indicaram uma pequena correlação da flutuação de ovos de *D. saccharalis* com parâmetros climáticos (temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica). Quanto ao parasitóide, esta autora verificou que os parâmetros climáticos podem afetar o seu nível populacional, não interferindo, no entanto, em seu estabelecimento na cultura.

2.3.3. Efeito varietal

As variedades podem influenciar a oviposição de *D. saccharalis* e, conseqüentemente, o parasitismo por *Trichogramma*. Apesar de FUCHS & HARDING (1978), no Texas, não terem observado preferência varietal para oviposição da broca, MACEDO & BOTELHO (1988) afirmaram que as variedades podem afetar não somente a grandeza da oviposição, mas também a sua época de ocorrência. Assim, existem variedades que são ovipositadas durante todo o ano, com uma diminuição de postura apenas no inverno.

Avaliando o parasitismo de ovos em diferentes variedades de cana-de-açúcar em Piracicaba, SP, PARRA *et alii* (1985), observaram um maior parasitismo na variedade CB-47 355. Em Iracemápolis, SP, MICHELETTI (1987) constatou que o parasitismo médio na variedade SP 71-799 (30,55%) foi superior ao observado em NA 56-79 (17,56%). Estas diferenças foram atribuídas ao tipo de arquitetura e ao vigor vegetativo da variedade. Desta forma, variedades que apresentam folhas mais largas e crescem mais densamente, tendem a formar uma massa foliar mais compacta, propiciando condições microclimáticas mais favoráveis, pois, para o desenvolvimento do parasitóide e do hospedeiro, são necessárias condições de umidade superiores a 80% (METCALFE & BRENIÈRE, 1969; ALMEIDA & PARRA, 1987).

Por outro lado, em outras culturas, foi constatado que a eficiência do parasitóide em encontrar o hospedeiro, tende a diminuir com o aumento da área foliar (FYE & LARSEN, 1969; NEED & BURBUTIS, 1979; BURBUTIS & KOEPKE, 1981). Entretanto, PUTERKA *et alii* (1985) constataram que este comportamento pode ser variável em função da cultura, observando que em milho e sorgo, o parasitismo por *T. pretiosum* foi superior em maiores densidades foliares.

2.4. Liberação do Parasitóide

O controle biológico através de liberações inundativas de parasitóides de ovos como *Trichogramma*, apresenta a vantagem de poder reduzir a população da praga, antes que algum dano seja causado à cultura. Entretanto, o pequeno período de tempo durante a qual os ovos da praga podem ser parasitados, requer deste parasitóide uma atuação rápida e eficaz (VOEGELÉ, 1988).

Para garantir o êxito das liberações é necessário o conhecimento dos principais fatores que afetam a eficiência do *Trichogramma* em campo. Segundo SMITH *et alii* (1986), o número de insetos liberados, a época e o número de liberações e as condições climáticas, são os que afetam mais diretamente o parasitóide, sendo que a seleção de espécies adequadas e a manutenção da qualidade do parasitóide em laboratório, também devem ser observadas (BEGLYAROV & SMETNIK, 1977; KNIPLING, 1979).

Acredita-se, atualmente, que a liberação de um pequeno número de parasitóides por área, tenha sido uma das prováveis causas do insucesso das liberações de *Trichogramma* no passado, visando ao controle de *D. saccharalis*. Segundo METCALFE & BRENIÈRE (1969), as liberações são bem sucedidas quando o número de parasitóides liberados for superior à população de *Trichogramma* existente no campo, ou, quando o parasitismo natural de ovos for inferior a 33% (WOLCOTT & MARTORELL, 1943). Na Tailândia, MEENAKANIT *et alii* (1988) controlaram a infestação de brocas da cana de açúcar, liberando 312.000 parasitóides por ha. PAK (1988), liberando 200.000 adultos de *T. evanescens* por ha, em cultura de repolho, obteve 23,9% de parasitismo em ovos de *Mamestra brassicae* L., enquanto que, duplicando esta taxa de

liberação, verificou que o parasitismo também dobrou, atingindo 52,4%. Entretanto, muitos pesquisadores têm observado que um aumento na taxa de liberação, não corresponde necessariamente, a um aumento semelhante na porcentagem de parasitismo.

KNIPLING (1979) havia observado através de modelos, que números crescentes de parasitóides liberados por unidade de área, levam a uma redução na eficiência do parasitóide, devido à competição intraespecífica, pois, à medida que cresce a densidade do parasitóide, a probabilidade de um indivíduo encontrar um ovo não parasitado, diminui. Assim HOUSEWEART *et alii* (1984), não verificaram correlação entre a taxa de liberação de *T. minutum* e o parasitismo de ovos de *C. fumiferana* em *Pinus*, enquanto que SMITH *et alii* (1986), estudando a mesma praga, tiveram que elevar a densidade do parasitóide em 25 vezes, para aumentar o parasitismo de 16 para 87%.

O número de parasitóides liberados não pode ser pré-estabelecido, pois dependerá de fatores referentes à fenologia da cultura, à densidade de ovos da praga e às condições climáticas. Condições climáticas adversas, como em regiões de baixa umidade relativa do ar, exigem um aumento substancial na taxa de liberação (BEGLYAROV & SMETNIK, 1977).

Em muitos casos, a eficiência do *Trichogramma* foi considerada como sendo dependente da densidade de ovos do hospedeiro (BARBER, 1936; JAYNES & BYNUM, 1941; CUEVA, 1979). HUFFAKER (1977), relatou que as taxas de liberação de *Trichogramma australicum* Girault, 1912 para o controle de *Cnaphalocrocis medinalis* Gueneé em arroz, na China, eram ajustadas em função da densidade de ovos da praga. Entretanto, estudos mais recentes realizados com *T. pretiosum*, têm demonstrado que o seu parasitismo foi

independente da densidade de ovos de *Heliothis* spp., em tomate (PENA & WADDIL, 1983), em milho, algodão e batata (PUTERKA *et alii*, 1985).

Por outro lado, o desenvolvimento da cultura parece ter influência significativa sobre a eficiência do *Trichogramma*, observando-se um decréscimo do parasitismo com o aumento da massa foliar, em culturas como alfafa (FYE & LARSEN, 1969), milho (BURBUTIS & KOEPKE, 1981) e algodão (PUTERKA *et alii*, 1985). Desta forma, o aumento da área foliar em função do desenvolvimento da cultura, é um fator considerado para o cálculo das taxas de liberação de *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis, 1975 em milho, sendo recomendada a liberação de 3,6 fêmeas por m² de área foliar (NEED & BURBUTIS, 1979).

As decisões referentes à época e frequência das liberações são determinadas pela fenologia do hospedeiro, especialmente a densidade de ovos da praga; sendo assim, a ocorrência de ovos do hospedeiro deve ser regularmente avaliada, para que as liberações de *Trichogramma* sejam realizadas em coincidência com os primeiros ovos colocados pela praga (LAWRENCE *et alii*, 1985; SMITH *et alii*, 1986; VOEGELÉ, 1988).

O uso de armadilhas luminosas e armadilhas de feromônio para o monitoramento de adultos do hospedeiro, tem possibilitado o planejamento das liberações de *Trichogramma* para o controle de diversas pragas, entre outras, *Heliothis* spp. em algodão, no Texas (EUA) (WITZ *et alii*, 1985) e *O. nubilalis* em milho, na França, Alemanha (HEYDE *et alii*, 1988) e Itália (MAINI *et alii*, 1988).

Normalmente, o número de liberações é programado para que ocorra uma contínua atuação do parasitóide durante todo o período crítico

de oviposição da praga (DE BACH & BARTLETT, 1964).

Tendo em vista ser a cana-de-açúcar uma cultura de ciclo longo, que permite o desenvolvimento de várias gerações de *D. saccharalis*, considerou-se necessária a realização de liberações sucessivas, por períodos variáveis de poucas semanas, até um ano (METCALFE & BRENIÈRE, 1969). Para o controle de *Chilo* spp. em cana-de-açúcar, na Índia, são efetuadas 12 liberações de *Trichogramma* a partir do 3º mês após o plantio, sendo estas distribuídas mensalmente no inverno e quinzenalmente no verão, em função da duração do ciclo das brocas (VARADHARAJAN, 1980). No Peru, as liberações para o controle de *D. saccharalis* foram recomendadas para os primeiros seis meses da cultura, quando a infestação de ovos da praga é elevada e o parasitismo natural é insatisfatório (CUEVA, 1980). Para o controle desta praga em milho, AMAYA (1982) determinou o início das liberações aos 30 dias após a germinação da cultura.

Embora tenham sido recomendadas várias liberações de *Trichogramma* em cana-de-açúcar, MING-FANG (1988), na China, testou a liberação do parasitóide uma única vez no início da primavera, contra 6 a 7 liberações no decorrer da cultura. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferenças na eficiência de controle pelos dois métodos. Em outras culturas como o milho, o controle de *O. nubilalis* é realizado através de duas e três liberações de *Trichogramma maidis* Pinto & Voegelé, 1980, na Alemanha e na França, respectivamente (HEYDE *et alii*, 1988).

O número de pontos de liberação do parasitóide é função da sua capacidade de dispersão. Estudos realizados em cana-de-açúcar (HINDS & OSTERBERGER, 1932; SMITH, 1939; JAYNES & BYNUM, 1941), em algodoeiro

(HENDRICKS, 1967) e em pomares de maçã (YU *et alii*, 1984), mostraram que a dispersão do *Trichogramma* pode ser predominantemente passiva, com direção e extensão controladas pelo vento. Por outro lado, observou-se também que o *Trichogramma* apresenta uma dispersão ativa (SCHREAD, 1932), que é estimulada pela temperatura, inibida pela densidade de ovos do hospedeiro e direcionada pela luz, verificando-se que o parasitóide se dispersa mais para o sul e sudeste e para as partes mais altas e iluminadas das plantas (KOT, 1964). Segundo KELLER *et alii* (1985), vários outros fatores como espécie, genótipo, tamanho e idade do adulto, hospedeiro e planta hospedeira, podem afetar a dispersão do *Trichogramma*.

Em cana-de-açúcar, a maioria das pesquisas realizadas restringiu-se apenas ao estudo das distâncias máximas alcançadas pelo parasitóide, em diferentes períodos de tempo após a liberação. Nesta linha de pesquisa verificou-se uma dispersão de 25m em um dia (JAYNES & BYNUM, 1941), 170m em três semanas (HINDS & OSTERBERGER, 1932) e até uma milha em um mês (SMYTH, 1939). Entretanto, poucos trabalhos investigaram a distância máxima em que o parasitismo ocorreu de maneira efetiva e uniforme, a partir de um ponto central de liberação. KANOUR & BURBUTIS (1984), por exemplo, verificaram que 82% do parasitismo de ovos de *O. nubilalis* por *T. nubilale*, em milho, ocorreu em um raio de apenas 4,5m, enquanto que PAK (1988), observou que o parasitismo de *T. evanescens* em repolho, caiu de 22,4% a 1,5m, para 4,5% a 3,0m do ponto de liberação, provavelmente, devido às baixas temperaturas observadas.

Conhecendo-se o raio efetivo de ação do parasitóide, pode-se determinar o número de pontos de liberação. Assim, na China foram utilizados 30 pontos por ha para a liberação de *Trichogramma* em milho e arroz

(HUFFAKER, 1977), enquanto que na Alemanha, a liberação de *T. evanescens* em milho, foi realizada em 80 pontos (NEUFFER, 1982). No Brasil, MORAES *et alii* (1983) utilizaram 56 pontos de liberação, visando ao controle de lagartas desfolhadoras de *Eucalyptus* em uma área de 16ha.

As liberações devem ser realizadas nas horas mais frescas do dia, bem cedo ou no final da tarde, devendo-se evitar dias chuvosos, com muito vento ou muito quentes (DE BACH & BARTLETT, 1964). A forma de liberação de *Trichogramma* em campo é variável. Os parasitóides são usualmente liberados na forma de pupas, mecanicamente ou manualmente. A emergência dos adultos pode ser manipulada e sincronizada, expondo-se as pupas a baixas temperaturas, um dia antes da liberação (MORRISON *et alii*, 1978). Por outro lado, LOPEZ & MORRISON (1980), observaram em condições de campo, que as pupas de *Trichogramma* expostas a temperaturas mais elevadas que 37°C, tiveram a emergência drasticamente reduzida. Por esta razão, em regiões cujas condições climáticas são adversas ao desenvolvimento do parasitóide, as liberações devem ser feitas na forma de adultos recém-emergidos, que são capazes de se refugiar em microclimas mais favoráveis e de escapar da ação de predadores (VOEGELE, 1988).

As condições climáticas, especialmente chuva e temperatura, afetam sensivelmente a eficiência de *Trichogramma* em campo. Temperaturas inferiores a 15,5°C, reduziram drasticamente a dispersão e o parasitismo por *T. evanescens* em ovos de *Pieris rapae* (L.) e *M. brassicae*, em cultura de repolho (PARKER, 1970; PAK, 1988), observando-se que uma queda na temperatura de 18°C para 4,3°C, provocou uma redução de 75% no parasitismo (PARKER *et alii*, 1971). BIEVER (1972) e BOLDT (1974) verificaram que a atividade de dispersão de fêmeas de *T. minutum* e *T. evanescens* foi crescente com

o aumento da temperatura, na faixa de 20 a 35°C, no entanto, a 40°C, a atividade de dispersão declinou acentuadamente. A associação de baixas temperaturas com precipitação pluviométrica, afetou substancialmente a emergência em campo e o parasitismo de *Trichogramma* em pomares de maçã (YU *et alii*, 1984), em florestas (SMITH *et alii*, 1986) e em plantações de repolho (VAN ALEBEEK *et alii*, 1986).

A seleção de espécies e linhagens de *Trichogramma* apropriadas à praga visada, à cultura e às condições climáticas locais, é um fator determinante para o sucesso das liberações deste parasitóide (BEGLYAROV & SMETNIK, 1977).

SMITH & HUBBES (1986), liberando diferentes linhagens de *T. minutum* para o controle de *C. fumiferana* em florestas, verificaram diferenças significativas no parasitismo, especialmente entre linhagens que foram coletadas em regiões diferentes e entre linhagens que foram mantidas por diferentes períodos de tempo em laboratório.

PAK & VAN LENTEREN (1988) ressaltaram que é fundamental a realização de testes de pré-liberação, para a seleção de linhagens mais promissoras. Segundo os autores, estes testes incluem quatro etapas principais: a) coleta de inúmeras linhagens de *Trichogramma*, de origens e condições climáticas diversas; b) definição de critérios para a seleção; c) seleção de várias linhagens em laboratório e d) liberação das linhagens selecionadas em campo e comparação com os resultados obtidos em laboratório. Muitas vezes, as linhagens selecionadas em laboratório podem não ser efetivas em condições de campo (PARKER & PINNELL, 1974); no entanto, PAK (1988) salientou que a observação do comportamento de linhagens em laboratório é

importante, pois, auxilia a explicar diferenças no parasitismo verificadas em campo, indicando as suas prováveis causas.

O controle de qualidade na produção do *Trichogramma* é um aspecto que recebeu pouca atenção nos programas de controle de pragas da cana-de-açúcar, através da liberação deste parasitóide. Desta forma, a ineficiência do *Trichogramma* observada em inúmeras liberações, pode ter sido causada, entre outros fatores, por: ocorrência de superparasitismo, perda ou redução da adaptação ecológica e degeneração das linhagens do parasitóide, que, normalmente, eram mantidas em laboratório por inúmeras gerações e sob condições ótimas e constantes de temperatura e umidade relativa (SUBBARAO & SHARMA, 1969).

CUEVA (1977), liberando *Trichogramma fasciatum* Perkins, 1912 para o controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar, obteve baixo parasitismo. O autor atribuiu este fato à ocorrência de superparasitismo durante a produção do parasitóide em laboratório, o que, segundo KFIR (1981) e HOHMANN *et alii* (1988), pode provocar deformação de adultos, variação na razão sexual e redução na fecundidade dos parasitóides produzidos.

Com o propósito de evitar a degeneração genética das linhagens de *Trichogramma* em laboratório, toda a criação deve ser iniciada com um número mínimo de 1000 indivíduos e, pelo menos a cada seis meses, novo material de campo deve ser reintroduzido na criação, para que o vigor e a agressividade do parasitóide, sejam mantidos (GUSEV & LEBEDEV, 1988).

Segundo HASSAN (1982), para efeito de controle de qualidade em criações massais de *Trichogramma*, vários parâmetros podem ser avaliados,

entre outros: aceitação de ovos do hospedeiro original; duração do ciclo; taxa de emergência; razão sexual; atividade locomotora de fêmeas; capacidade de "busca" das fêmeas e capacidade de parasitismo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida no período compreendido entre março de 1986 e agosto de 1988.

Os estudos de dinâmica populacional de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) e do parasitismo natural por *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 foram realizados em canaviais da Usina da Barra, em Barra Bonita, SP. As demais etapas da pesquisa envolvendo estas mesmas espécies, foram conduzidas no campo experimental do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), e também no Centro de Tecnologia da COPERSUCAR (CTC), ambos em Piracicaba, SP.

3.1. Estudos em Laboratório

3.1.1. Estudos visando a produção e utilização de *T. galloi*

3.1.1.1. Linhagens utilizadas

Foram utilizadas linhagens de *T. galloi* da coleção de *Tri-chogramma* mantida no Departamento de Entomologia da ESALQ. Estas linhagens foram coletadas no campo, parasitando ovos de *D. saccharalis*, em diferentes localidades e épocas. A identificação específica foi realizada pelo Prof. Dr. Roberto Antonio Zucchi, do Departamento de Entomologia da ESALQ, com base em caracteres morfológicos.

As linhagens foram mantidas em laboratório, individualizadas em tubos de vidro (10 x 1,1 cm) tampados com algodão hidrófilo, recebendo uma numeração seqüencial. Excetuando-se a linhagem nº 80, que foi sempre criada em ovos de *D. saccharalis*, todas as demais foram mantidas em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Tabela 1). Procurando-se preservar o vigor e a rusticidade das linhagens ao longo das gerações em laboratório, estes tubos de vidro eram mantidos em sala com fotofase de 14 horas e com temperatura e umidade relativa flutuantes (SUBBA RAO & SHARMA, 1969; BEGLYAROV & SMETNIK, 1977; BIGLER *et alii*, 1987). Para a alimentação dos parasitóides adultos, uma gotícula de mel era depositada na superfície interna dos tubos.

Tabela 1. Linhagens de *T. galloi* coletadas em ovos de *D. saccharalis* no campo, e mantidas numeradas no Departamento de Entomologia da ESALQ, Piracicaba, SP, com os respectivos locais de origem, datas de coleta e hospedeiros sobre os quais foram mantidas em laboratório.

Linhagem (nº)	Local de origem	Data da coleta no campo	Hospedeiro em laboratório
57	Iracemápolis (SP)	março/86	<i>A. kuehniella</i>
64	Barra Bonita (SP)	abril/86	<i>A. kuehniella</i>
65	Iracemápolis (SP)	abril/86	<i>A. kuehniella</i>
66	Iracemápolis (SP)	abril/86	<i>A. kuehniella</i>
69	Iracemápolis (SP)	maio/86	<i>A. kuehniella</i>
80	Iracemápolis (SP)	dezembro/87	<i>D. saccharalis</i>

3.1.1.2. Criação do hospedeiro-de-substituição *A. kuehniella*

As técnicas de criação seguiram a mesma metodologia proposta por PARRA *et alii* (1987b), segundo a qual as lagartas de *A. kuehniella* eram criadas em caixas plásticas de 47,0 x 29,5 x 10,5cm, contendo 80 tiras de papelão corrugado (38,0cm de comprimento x 2,0cm de largura) que eram unidas através de elásticos, formando blocos, nos quais eram colocados 0,40g de ovos (aproximadamente 14.400 ovos), 970g de farinha de trigo integral e 30g de levedura de cerveja. Imediatamente após a emergência dos primeiros

adultos, os blocos eram transferidos para caixas de madeira de 40,0 x 42,0 x 87,5cm com porta de acrílico, providas de uma entrada para CO₂ e de um funil metálico de placa galvanizada. Cada caixa comportava doze blocos, sendo os adultos coletados diariamente, após serem anestesiados com CO₂, através de um tubo de plástico adaptado à parte superior da caixa. Após cada coleta, os adultos eram peneirados, para eliminação de restos de farinha, e transferidos para as caixas coletoras de ovos. Estas caixas eram constituídas de madeira e acrílico, medindo 56,5 x 36,5 x 21,0cm, e apresentavam uma divisão central com uma tela de "nylon". Na parte superior existia uma tampa e, internamente, locais para os adultos pousarem. A parte inferior era afunilada e de acrílico, de modo que os ovos, após a passagem pela tela de "nylon", eram recolhidos em uma gaveta de coleta. As salas de criação apresentaram fotofase de 14 horas e temperatura e umidade relativa flutuantes (não controladas).

3.1.1.3. Multiplicação dos parasitóides

Para a multiplicação do *Trichogramma* em laboratório foram utilizados dois tipos de recipientes: caixas de vidro de 30 x 15 x 10cm tampadas com filme plástico de PVC (Magipack^R), e caixas de madeira com fundo e tampa de acrílico (4,0mm de espessura) de 50 x 50 x 8cm.

Os ovos de *A. kuehniella* com menos de 24 horas de idade eram colados, através de goma arábica diluída a 50%, em cartolinas de coloração azul celeste medindo 10 x 10cm (Figura 1A). A seguir, com o objetivo de evitar a eclosão de lagartas de ovos não parasitados, estas cartolinas eram levadas para esterilização sob lâmpada germicida (General Eletric, modelo

G15 T8 de 15 W), sendo os ovos mantidos a uma distância de 15cm da fonte (STEIN & PARRA, 1987). Posteriormente, eram fornecidas gotículas de mel em cada uma das cartolinas, para a alimentação dos adultos, e as cartolinas eram introduzidas nas caixas contendo parasitóides recém-emergidos. O número de cartolinas introduzidas por caixa dependia do número de parasitóides emergidos, ou seja, obedecia-se a uma proporção mínima de 10 ovos de *A. kuehniella* por fêmea do parasitóide, de modo a evitar a ocorrência de superparasitismo (BIGLER *et alii*, 1987). Para efeito de cálculo, considerava-se uma razão sexual média de 0,50. O parasitismo era permitido até a morte dos parasitóides e as condições da sala de criação foram as mesmas utilizadas para a criação de *A. kuehniella*. (3.1.1.2).

Tendo em vista a dificuldade de produção contínua dos parasitóides, os ovos parasitados (Figura 1B) eram armazenados na fase de pupa do *Trichogramma* (em média 8 dias após o parasitismo, a 25°C), por até 20 dias a 10°C. Esta técnica foi demonstrada não afetar o parasitóide e, conseqüentemente, o seu parasitismo (AMAYA¹).

¹ AMAYA NAVARRO, M. (Buga, Valle del Cauca, Colômbia) El *Trichogramma* spp. (Producción, uso y manejo en Colombia). (Em elaboração).

Figura 1. Cartolinas de 10 x 10cm utilizadas para multiplicação de *T. galli*

A - ovos de *A. kuehniella* não parasitados;

B - ovos de *A. kuehniella* parasitados.

3.1.2. Metodologia geral para testes em laboratório

Todos os ensaios foram conduzidos em câmaras climatizadas B.O.D. 347 G reguladas para temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Para a obtenção dos parasitóides da linhagem selecionada, utilizava-se uma tira plástica de $7,0 \times 0,8\text{cm}$ que era mantida em freezer (-10°C) por 10 minutos, para que sobre o plástico houvesse a formação de uma fina camada de umidade por condensação. Em seguida, ovos de *A. kuehniella* com menos de 24 horas de idade eram distribuídos sobre a tira umedecida, ficando levemente aderidos a ela. Procedia-se então, à esterilização dos ovos em lâmpada germicida como foi exposto em 3.1.1.3., colocando-se a seguir, uma gotícula de mel sobre a tira a qual era introduzida no interior de um tubo de vidro de $10 \times 1,1\text{cm}$ contendo parasitóides recém-emergidos. O parasitismo era permitido por um período de 24 horas, após o qual, os parasitóides eram eliminados. Passados quatro dias, os ovos escuros (indicação do parasitismo) eram retirados da tira plástica com o auxílio de um fino pincel, e individualizados em tubinhos de vidro de $4,0 \times 0,8\text{cm}$, tampados com filme plástico de PVC.

Cerca de 10 dias após o parasitismo, iniciava-se a emergência dos parasitóides, e, com o auxílio de um microscópio estereoscópico, realizava-se a separação de sexo dos adultos, baseando-se em características das antenas (BOWEN & STERN, 1966). Eram formados casais com longevidade máxima de 6 horas, que eram introduzidos no interior dos tubos de vidro de $4,0 \times 0,8\text{cm}$. Os tubos eram tampados com filme plástico de PVC, e para a alimentação dos insetos, oferecia-se mel através de um orifício feito neste plástico, com o auxílio de um alfinete entomológico nº 000.

3.1.3. Capacidade de parasitismo de *T. galloi*

Avaliou-se a capacidade de parasitismo de *T. galloi* em ovos de *A. kuehniella* e de *D. saccharalis*. A forma de obtenção dos parasitoides e a condução dos ensaios, seguiram a metodologia descrita em 3.1.2.

3.1.3.1. Em ovos de *A. kuehniella*

Este ensaio foi realizado com a linhagem nº 64 (Tabela 1), que por ocasião do estudo, apresentou um pequeno número de machos, obrigando assim, a realização dos ensaios com fêmeas virgens. Desta forma, vinte fêmeas virgens recém-emergidas foram isoladas nos tubos de vidro, e até a morte das fêmeas, eram oferecidos, diariamente, cerca de 100 ovos de *A. kuehniella* com idade máxima de 24 horas. Os ovos eram colados em cartolina azul celeste de 3,0x0,5cm e esterilizados em lâmpada germicida, conforme descrito em 3.1.1.3. As cartolinas retiradas diariamente, eram acondicionadas em tubos de vidro de 8,0x2,5cm tampados com filme plástico de PVC, sendo observados:

- a) número de ovos parasitados diariamente;
- b) número total de ovos parasitados;
- c) longevidade das fêmeas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 20 repetições, sendo cada fêmea considerada uma repetição.

3.1.3.2. Em ovos de *D. saccharalis*

Os estudos de capacidade de parasitismo em ovos de *D. saccharalis* foram conduzidos com duas linhagens. Ambas foram coletadas em Iracemápolis, SP, porém a primeira (nº 80) foi criada por 12 gerações em laboratório, sempre em ovos de *D. saccharalis*, enquanto que a segunda (nº 57) foi mantida em ovos do hospedeiro-de-substituição, *A. kuehniella*, por 80 gerações (Tabela 1).

Após a emergência dos parasitóides, os casais eram isolados nos tubos de vidro, e os ovos de *D. saccharalis* eram oferecidos conforme metodologia descrita em 3.1.3.1. Entretanto, no primeiro teste, realizado com a linhagem nº 80, forneceu-se apenas uma postura (cerca de 25 ovos / fêmea/dia) verificando-se que essa quantidade de ovos do hospedeiro era pequena, podendo ser subestimada a capacidade de parasitismo de *T. galloi*. Assim, nos testes posteriores, para ambas as linhagens, foram oferecidas três posturas (cerca de 75 ovos/fêmea/dia). Tendo em vista que o parasitismo por *Trichogramma* é maior em ovos de *D. saccharalis* com 3 a 4 dias de desenvolvimento embrionário (LOPES *et alii*, 1987), no presente ensaio foram oferecidas aos parasitóides, posturas de broca-da-cana armazenadas por 3 dias a 25°C.

As cartolinas, que eram diariamente substituídas, foram acondicionadas em tubos de vidro de 8,0 x 2,5 cm. Os tubos foram tampados com algodão hidrófilo, o qual era umedecido diariamente para evitar o ressecamento das posturas de *D. saccharalis*. Foram observados:

- a) número de ovos parasitados diariamente;
- b) número total de ovos parasitados;

c) número de pupas de *T. galloi* por ovo parasitado (visualizadas através de dissecação com estiletes sob microscópio estereoscópico);

d) longevidade de machos e fêmeas.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com 25 repetições, sendo cada casal considerado uma repetição. As médias do número total de ovos parasitados, do número de pupas de *T. galloi* por ovo parasitado e de longevidade de machos e fêmeas das duas linhagens, foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2. Estudos em Telados

3.2.1. Metodologia geral para estudos de *Trichogramma* em telados

3.2.1.1. Infestação artificial de ovos de *D. saccharalis*

Adotou-se o método desenvolvido por MICHELETTI (1987), no qual 2 ou 3 casais de broca-da-cana com menos de 48 horas de idade e provenientes de laboratório (criados na dieta artificial de HENSLEY & HAMMOND, 1968, modificada) (Apêndice 1), eram confinados em gaiolas de "nylon", as quais eram fechadas e presas às folhas da cana-de-açúcar, através de grampos. Na presente pesquisa, entretanto, foram confeccionadas gaiolas que eram constituídas de duas armações retangulares de madeira de 10 x 14 cm, revestidas com tela de poliéster e espuma, e fechadas através de elásticos. Estas gaiolas eram fixadas às folhas do terço superior da planta, ficando

próximas à bainha foliar (Figura 2A). A colocação dos casais nas plantas era realizada sempre nas horas mais frescas do dia, especialmente no final de tarde, sendo que a oviposição era permitida por um período de 48 horas. No entanto, após 24 horas era necessária uma vistoria nas gaiolas, visando à reposição dos casais, que tivessem sido predados.

3.2.1.2. Estimativa do número de ovos na infestação artificial de *D. saccharalis*

Visando estimar o número de ovos, foi desenvolvido um método que consistia na colocação de uma folha de plástico transparente quadriculada sobre a postura, avaliando-se o número de quadrados correspondentes a área da mesma. Cada quadrado apresentava 0,25cm de lado e uma área aproximada de $0,0625\text{cm}^2$. Foi utilizada uma análise de regressão para o estudo da relação entre as variáveis: números de quadrados (X) e número de ovos correspondente (Y).

Tendo em vista que nas infestações artificiais e mesmo naturais, ocorrem posturas de dimensões bastante variáveis, para efeito de estudo, foram tomadas aleatoriamente, 200 posturas obtidas no laboratório (em papel sulfite), sendo as mesmas agrupadas em três categorias: pequenas (2,0-3,5mm), médias (3,5-6,0mm) e grandes (6,0-10,5mm). Para cada categoria foram tomadas 32 posturas ao acaso, e, próximo à eclosão das lagartas, quando era possível a contagem dos ovos pelo escurecimento dos embriões, foram avaliados o número de quadrados (X) e o número de ovos (Y). Assim, foram obtidas equações de regressão para cada categoria estudada.

Figura 2. Gaiolas de poliêster utilizadas para obtenção de ovos de *D. saccharalis* na planta (A) e telados de "nylon" utilizados para a realização de testes de parasitismo (B)

3.2.1.3. Liberação do parasitóide

Para a realização das liberações do parasitóide, era observado o estágio embrionário em que se encontravam os ovos de *D. saccharalis*, pois verificou-se que após o 4º dia da oviposição (a 25°C), ocorre um decréscimo significativo no parasitismo (LOPES *et alii*, 1987). Momentos antes da liberação, as gaiolas (3.2.1.1.), que até então eram mantidas sobre as posturas, eram retiradas, com o objetivo de propiciar uma condição natural aos parasitóides liberados e aos predadores de ocorrência natural.

Os parasitóides eram liberados na fase adulta, com menos de 12 horas após a emergência e nas horas mais frescas do dia, pela manhã ou no final da tarde. Para a estimativa do número de adultos a ser liberado, as cartolinas contendo ovos parasitados por *Trichogramma* (3.1.1.3.), eram avaliadas quanto ao número médio de ovos parasitados por cm². Para a obtenção desta média, tomavam-se, ao acaso, 20 pontos da cartolina, nos quais os ovos eram contados sob microscópio estereoscópico, com o auxílio de uma folha de plástico transparente e quadriculada (cada quadrado de 0,25 x 0,25cm), que era sobreposta aos mesmos. Entretanto, para que fosse liberado o número de adultos desejado (A), era necessário descontar-se a porcentagem de viabilidade de *Trichogramma*, que em ovos de *A. kuehniella*, verificou-se ser em torno de 80% (LOPES *et alii*, 1987). Assim, o número de ovos parasitados necessário para a liberação (B), era calculado pela seguinte fórmula:

$$B = \frac{A}{80} \times 100$$

Conseqüentemente, dividindo-se este valor pelo número médio de ovos parasitados por cm², obtinha-se a área de cartolina a ser recortada para a liberação.

Em seguida, as cartolinas contendo os ovos parasitados eram acondicionadas em copos plásticos descartáveis de 6,5x7,0cm, tampados com filme plástico de PVC (preso através de elásticos) e mantidos a 25°C até a emergência dos adultos. Para a alimentação dos parasitóides recém-emergidos, depositavam-se gotículas de mel no interior dos copos. Por ocasião da liberação, os copos plásticos eram presos entre as folhas do terço superior da planta (Figura 3), e os parasitóides saíam através de orifícios realizados com agulhas no filme plástico de PVC.

3.2.1.4. Avaliações do parasitismo e de emergência dos parasitóides

As avaliações do parasitismo e de emergência dos parasitóides eram realizadas em laboratório. Desta forma, os pedaços de folhas de cana contendo as posturas de *D. saccharalis* eram recolhidos do campo, recortados com tesoura, e colocados em tubos de vidro de 8,0x2,5cm tampados com filme plástico de PVC. Em seguida, os tubos eram levados ao laboratório e mantidos a 25°C. Após 5 dias, tempo necessário para a manifestação do parasitismo (escurecimento dos ovos), observava-se a porcentagem de ovos parasitados, com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

Juntamente com as posturas de *D. saccharalis*, eram recolhidos também os copos plásticos para a avaliação da emergência dos parasitóides liberados. Sendo assim, com o auxílio de um estilete, e sob microscópio estereoscópico, avaliava-se a porcentagem de ovos de *A. kuehniella* parasitados (escuras) que apresentavam orifício de saída dos adultos.

Figura 3. Copo plástico utilizado para liberação do parasitóide

3.2.2. Determinação do número ideal de *T. galloi* a ser liberado por ovo de *D. saccharalis*

Estes estudos consistiram de liberações de números variáveis de *T. galloi*, para um número fixo de ovos de *D. saccharalis*. Os ovos eram obtidos na própria folha da cana-de-açúcar, através do aprisionamento de casais da broca-da-cana, em gaiolas colocadas na planta (3.2.1.1.), e estimados segundo metodologia descrita em 3.2.1.2. Estes procedimentos eram efetuados em telados de "nylon" de 60 x 30 x 30cm (Figura 2B), contendo duas plantas de cana-de-açúcar (em vaso de cerâmica de 25 x 22cm), variedade NA 56-79.

Assim, foi utilizado um número fixo de 200 ovos por planta, liberando-se em uma primeira etapa de testes: 20, 40, 80, 160, 320 e 640 parasitóides por telado, correspondentes às densidades de 0,1, 0,2, 0,4, 0,8, 1,6 e 3,2 parasitóides por ovo, em um total de 6 tratamentos e 4 repetições. Foi utilizada a linhagem nº 57 (Tabela 1), sendo permitido o parasitismo por um período de 5 dias, após o qual, os ovos eram levados ao laboratório para avaliação da porcentagem de ovos parasitados (3.2.1.4.). Em uma segunda etapa, utilizando-se a mesma linhagem, foram avaliados números superiores de parasitóides por telado: 320, 640, 1280 e 2560, ou seja, 1,6, 3,2, 6,4 e 12,8 parasitóides por ovo, totalizando 4 tratamentos e 6 repetições.

Estes testes foram conduzidos em casas-de-vegetação sujeitas às condições climáticas ambientais. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e as médias foram comparadas pelo teste "t", ao nível de 5% de probabilidade.

Nos dois testes, foram utilizadas análises de regressão para o estudo da relação entre as variáveis número de parasitóides liberados por ovo de *D. saccharalis* (X) e porcentagem de parasitismo (Y). Através de transformações nas variáveis X e Y, vinte e cinco modelos de regressão foram testados, sendo a seleção feita através do coeficiente de determinação.

3.3. Estudos em Campo

3.3.1. Dinâmica populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi*

Foi realizado na Usina da Barra, em Barra Bonita, SP, um levantamento de ovos de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar, envolvendo diferentes variedades com plantios efetuados em épocas, áreas e anos distintos (Tabela 2).

Levando-se em consideração que os levantamentos efetuados em 1986 e 1987 foram iniciados tardiamente, ou seja, dois a três meses após o plantio, optou-se, em 1988, pelo início dos levantamentos logo após o plantio, com o objetivo de se definir a época de aparecimento de ovos de *D. saccharalis*.

Todos os levantamentos foram semanais, tomando-se, ao acaso, 10 pontos por área estudada, amostrando-se 10 canas por ponto. As canas eram examinadas da base até o ápice, anotando-se em uma ficha apropriada (Figura 4) a exata posição das posturas nas plantas e nas folhas, bem como a localização das mesmas na área amostrada.

Tabela 2. Variedades de cana-de-açúcar* utilizadas no levantamento de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi*, na Usina da Barra, em Barra Bonita, SP, com os respectivos locais e épocas de plantio (abril de 1986 a junho de 1988).

Local	Variedade	Plantio
Fazenda São Miguel	SP 70-1284	03/01/86
Fazenda São Miguel	SP 71-1406	15/01/86
Fazenda Itaúna	SP 70-1143	14/03/86
Fazenda Bosque	SP 71-1406	14/03/87
Fazenda Água Sumida	SP 70-1143**	08/02/88
Fazenda Espírito Santo	NA 56-79**	15/03/88

* Todas no estágio fenológico de cana planta.

** Início dos levantamentos logo após o plantio.

As posturas encontradas eram acondicionadas em tubos de vidro de 8,0x2,5cm, contendo uma tira de papel de filtro umedecida para propiciar umidade adequada e, eram enviadas ao Departamento de Entomologia da ESALQ para análise detalhada, sob microscópio estereoscópico, do número total de ovos coletados e da porcentagem de parasitismo.

Nestes levantamentos, realizados até junho de 1988, foram avaliados os seguintes parâmetros:

- número de ovos de *D. saccharalis*;
- número de ovos de *D. saccharalis* parasitados por *T. galloi* e respectiva porcentagem de parasitismo.

LEVANTAMENTO POPULACIONAL DE OVOS DE DIATRAEA SACCHARALIS

Fazenda: _____ zona: _____ talhão: _____
 Variedade: _____ idade: _____ nº amostra: _____
 Data de amostragem: _____

		LOCALIZAÇÃO NO TALHÃO																				
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
		D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	
FOLHAS	Superior	Postura																				
		Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
	Meio	Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
		Outras																				
	Inferior	Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
		Outras																				
BAINHA	Superior	Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
		Outras																				
	Meio	Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
		Outras																				
	Inferior	Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
		Outras																				
COLMO	Superior	Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
		Outras																				
	Meio	Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
		Outras																				
	Inferior	Vivas																				
		Vazias																				
		Parasitadas																				
		Outras																				

D= Dorsal
F= Frontal

Figura 4. Modelo de ficha utilizado no levantamento de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo por *T. galloi*, na Usina Barra Bonita, em Barra Bonita, SP.

Visando a determinação das prováveis gerações de *D. saccharalis* em função de suas exigências térmicas, os cálculos foram iniciados a partir do primeiro pico de ovos observado na cultura, baseando-se nas constantes térmicas (GD) das fases de ovo (67,47), lagarta (516,96) e pupa (126,08), determinadas por MÊLO (1984). Para o cálculo de uma geração completa, considerou-se uma longevidade média das fêmeas de 4 dias, baseando-se em observações de campo de GUEVARA (1976) e de laboratório (pré-oviposição) de MÊLO (1984). Considerando-se ainda as exigências térmicas de *T. galloi* (PARRA *et alii*, 1987a), foi estimado o número de gerações desta espécie para cada geração de *D. saccharalis*.

Foram realizadas análises de regressão linear para correlacionar a flutuação de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi*, com parâmetros climáticos locais (precipitação pluviométrica e temperatura do ar), sendo realizadas também, comparações com aspectos de fenologia das plantas de diferentes variedades. Os dados climáticos foram obtidos em um posto meteorológico da Usina da Barra, em Barra Bonita, SP, situado a uma distância máxima de 27 Km dos lotes experimentais.

3.3.2. Metodologia para as liberações de *Trichogramma* em campo

A metodologia para os ensaios de liberação em campo foi similar à descrita em 3.2.1. No entanto, nos ensaios de campo, as plantas de cana-de-açúcar infestadas com ovos de *D. saccharalis* eram identificadas mediante a utilização de fitas de plástico vermelho, que eram amarradas à bainha das folhas contendo as posturas.

A porcentagem de predação sobre os ovos de *D. saccharalis* foi avaliada em alguns dos ensaios, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Predação (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

onde:

A = total de ovos de *D. saccharalis* obtidos na infestação artificial;

B = total de ovos de *D. saccharalis* por ocasião da retirada das posturas do campo, para avaliação do parasitismo.

3.3.3. Capacidade de dispersão de *T. galloi*

O ensaio teve por objetivo determinar o raio efetivo de ação de *T. galloi* em campo, e foi realizado em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79 (cana soca - 4º corte), com três meses de idade, em Piracicaba, SP. Através do aprisionamento de casais de *D. saccharalis* em gaiolas, nas plantas (3.2.1.1.), foram obtidas posturas a diferentes distâncias de um ponto central. Assim foram formados três círculos concêntricos com raios de 5, 10 e 15m, sendo cada círculo constituído de 8 pontos equidistantes do ponto central (Figura 5). Em cada ponto foram obtidos cerca de 100 ovos, totalizando 2.400 ovos de broca-da-cana em toda a área. Assim, baseando-se no número ideal de *T. galloi* por ovo de *D. saccharalis*, obtido em 3.2.2. (1,6 a 3,2 parasitóides por ovo), foram liberados 7.200 adultos da linhagem nº 57 (Tabela 1) no ponto central da área.

Figura 5. Esquema da distribuição das posturas de *D. saccharalis* ao redor de um ponto central de liberação de *T. galloi*, em estudos de dispersão.

Devido à acentuada predação observada sobre os ovos de *D. saccharalis*, o parasitismo foi permitido apenas por um período de 24 horas, após o que as posturas foram recolhidas, avaliando-se a porcentagem de parasitismo obtida em cada distância do ponto de liberação (3.2.1.4.). As médias foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.4. Comparação de linhagens de *T. galloi* no parasitismo de *D. saccharalis*

Com o objetivo de se avaliar o parasitismo de cinco linhagens de *T. galloi* em ovos de *D. saccharalis*, em cana-de-açúcar, foram realizados ensaios em Barra Bonita e Piracicaba, SP.

A demarcação das áreas experimentais foi baseada no raio efetivo de ação de *T. galloi*, determinado em 3.3.3. (em torno de 10m). Assim, em cada ensaio foram demarcadas quatro áreas de 20 x 20m, espaçadas de 20m, umas das outras.

Em cada área eram selecionadas 24 plantas distribuídas uniformemente, nas quais, eram aprisionados em gaiolas, casais de *D. saccharalis* para a obtenção dos ovos na própria folha da cana-de-açúcar (3.2.1.1.). Ao número de ovos obtidos por infestação artificial, que era estimado conforme metodologia descrita em 3.2.1.2., somava-se o número de ovos já existente nas áreas (infestação natural). Para se estimar a infestação natural, avaliava-se o número de ovos de *D. saccharalis* encontrados em 200 plantas amostradas (50 por área), examinando-as da base até o ápice. Em seguida,

padronizava-se a infestação nas quatro áreas, eliminando-se o excesso de posturas nas áreas em que ocorreu uma maior oviposição.

Após a infestação de ovos, tomava-se uma das áreas como testemunha, e no centro de cada uma das três áreas restantes, liberavam-se 400.000 adultos por ha de cada linhagem de *T. galloi*. Foram realizados três ensaios, sendo que o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 24 repetições.

Na Usina da Barra, em Barra Bonita, SP, foi realizado um único ensaio, utilizando-se a variedade SP 71-1406 (cana planta), com 7 meses de idade, e liberando-se as linhagens de números 57, 64 e 69 (Tabela 1). Foi permitido o parasitismo por 2, 5 e 7 dias.

Em Piracicaba, SP, foram realizados dois ensaios no campo experimental da COPERSUCAR. No primeiro ensaio, foi utilizada a variedade SP 71-6163 (cana planta), com 7 meses de idade, avaliando-se as mesmas linhagens estudadas em Barra Bonita, SP. No segundo ensaio, foram comparadas as linhagens de números 57, 65 e 66 (Tabela 1), utilizando-se a variedade NA-56-79 (cana soca - 5º corte), com 7 meses de idade. Em ambos os ensaios, permitiu-se o parasitismo por 3 dias.

Após o período de exposição ao parasitismo, as posturas eram levadas ao laboratório para as avaliações de porcentagem de parasitismo (3.2.1.4.) e de predação (3.3.2.). As médias de porcentagem de parasitismo foram comparadas pelo teste "t" ao nível de 7,30% de probabilidade.

3.3.5. Determinação do número de *T. galloi* a ser liberado por unidade de área

O ensaio foi realizado em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79 (cana soca - 5º corte), com 10 meses de idade, no campo experimental da COPERSUCAR, em Piracicaba, SP.

A semelhança do que foi realizado em 3.3.4., foram demarcadas quatro áreas de 20m de lado, com bordaduras de 20m, nas quais foram realizadas infestações artificiais com ovos de *D. saccharalis*. Em cada área foram infestados 24 pontos de distribuição uniforme, e, a esta infestação artificial, foi somado o número de ovos já existentes na área devido a infestação natural. Desta forma, obtiveram-se infestações de 135.000 a 150.000 ovos/ha, estimadas segundo 3.2.1.2.

Considerando-se a infestação obtida e baseando-se no número ideal de *Trichogramma* por ovo de *D. saccharalis* obtido em 3.2.2., foram liberados por área, números equivalentes a 100.000, 200.000 e 400.000 parasitoides por ha, e, uma área que não recebeu liberação, foi mantida como testemunha do parasitismo natural. As liberações foram realizadas no centro de cada área, sendo permitido o parasitismo por um período de 3 dias, após o qual, as posturas foram recolhidas e levadas ao laboratório para avaliação das porcentagens de parasitismo (3.2.1.4.) e de predação (3.3.2.).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 24 repetições, sendo as médias de porcentagem de parasitismo comparadas pelo teste "t" ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estudos em Laboratório

4.1.1. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988

4.1.1.1. Em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879)

A capacidade total de parasitismo de *T. galloi* em *A. kuehniella* foi de 114,81 ovos por fêmea (Tabela 3). As fêmeas parasitaram por um período de 22 dias (Tabela 3 e Figura 6) e apresentaram uma longevidade média de 14,18 dias, com um intervalo de variação de 1 a 23 dias. Do total de fêmeas, 52,33% morreram aos 16 dias (Tabela 4). Com relação ao parasitismo, é importante salientar que na presente pesquisa ocorreram diferenças bastante grandes entre as fêmeas estudadas, havendo um intervalo de variação de 80,6 a 155,2 ovos parasitados por fêmea.

A capacidade de parasitismo em ovos de *A. kuehniella* observada na presente pesquisa, encontra-se próxima à obtida por BLEICHER (1985) (102,3 ovos/fêmea) para uma linhagem de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879

coletada em Iguatu (CE). Por outro lado, LEWIS *et alii* (1976), estudando o parasitismo por *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella*, constataram uma fecundidade média de 197,9 ovos/fêmea, enquanto que YU *et alii* (1984), observaram, sobre este mesmo hospedeiro-de-substituição, um parasitismo de 227,6 ovos/fêmea, para *Trichogramma minutum* Riley, 1871.

As diferenças em relação aos resultados de literatura são devidas, provavelmente, às espécies envolvidas e à origem dos tricogramatídeos. Assim BROWNING & MELTON (1987), compararam o parasitismo de 8 espécies de *Trichogramma* em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), encontrando grandes variações no número de ovos parasitados por fêmea. HASSAN (1988), também encontrou diferenças na capacidade de parasitismo de 12 espécies e linhagens de *Trichogramma* em ovos de *Ostrinia nubilalis* (Hübner.), verificando ser *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833, a mais fecunda.

Analisando-se o ritmo diário de parasitismo de *T. galloi* em ovos de *A. kuehniella* (Tabela 3 e Figura 6), verificou-se que embora estes parasitoides parasitassem por um longo período de tempo (22 dias), não houve concentração deste parasitismo no início da vida, como acontece com muitas espécies. Assim, verificou-se um parasitismo de apenas 50,10% do total de ovos, nos primeiros 7 dias. Neste mesmo período de tempo, uma linhagem de *T. pretiosum* coletada em Goiânia (GO), parasitou 85,34% dos ovos (BLEICHER, 1985). Esta diferença pode ser devida ao fato de que no presente experimento foram estudadas fêmeas virgens, as quais, segundo PAK & OATMAN (1982), apresentam maior longevidade e demoram mais tempo para ovipositar, em relação às fêmeas acasaladas.

Tabela 3. Parasitismo médio diário e porcentagem acumulada do parasitismo total de *T. galloi* (linhagem nº 64) mantido em ovos de *A. kuehniella* Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Dia	Parasitismo médio diário (nº de ovos)	Porcentagem acumulada do parasitismo total
1	$12,67 \pm 0,94$	11,04
2	$6,47 \pm 0,49$	16,67
3	$7,53 \pm 0,48$	23,23
4	$8,70 \pm 0,51$	30,81
5	$4,80 \pm 0,25$	34,99
6	$9,09 \pm 0,44$	42,91
7	$8,26 \pm 0,43$	50,10
8	$7,50 \pm 0,46$	56,63
9	$6,85 \pm 0,48$	62,43
10	$7,79 \pm 0,63$	69,21
11	$1,20 \pm 0,28$	70,26
12	$5,73 \pm 0,46$	75,25
13	$5,99 \pm 0,47$	80,46
14	$5,05 \pm 0,73$	84,96
15	$6,12 \pm 2,15$	90,19
16	$4,89 \pm 0,73$	94,45
17	$2,81 \pm 0,62$	96,90
18	$0,65 \pm 0,23$	92,47
19	$0,81 \pm 0,28$	98,17
20	$1,25 \pm 0,50$	99,26
21	$0,60 \pm 0,24$	99,78
22	$0,25 \pm 0,25$	100,00
23	0,0 -	-
Total	114,81	-

Tabela 4. Mortalidade (%) diária, longevidade média e respectivo intervalo de variação (I.V.) de fêmeas virgens de *T. galloi* (linhagem nº 64), mantidas em ovos de *A. kuehniella*. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Idade das fêmeas (dias)	Mortalidade (%)
1	6,15
2	9,23
3	12,31
4	12,31
5	15,39
6	15,39
7	20,01
8	20,01
9	24,63
10	27,71
11	30,79
12	36,94
13	38,48
14	41,56
15	43,10
16	52,33
17	63,10
18	66,18
19	78,49
20	90,80
21	92,34
22	95,42
23	100,00

Longevidade média (dias): $14,18 \pm 0,75$

I.V.: 1-23

Figura 6. Porcentagem acumulada do parasitismo total (---) e parasitismo diário (média $\pm$ erro padrão da média) (—) de *T. galloi* (linhagem nº 64) mantido em ovos de *A. kuehniella*. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

OBS.: No ponto indicado pela seta, houve uma queda de tensão no laboratório, o que levou, provavelmente, à discrepância observada no 11º dia de vida das fêmeas.

4.1.1.2. Em ovos de *D. saccharalis*

Inicialmente, foi estudado o efeito de duas densidades de ovos de *D. saccharalis* sobre a capacidade de parasitismo da linhagem nº 80 de *T. galloi*, que foi constantemente criada em ovos de *D. saccharalis*. Verificou-se que oferecendo apenas 25 ovos/fêmea/dia, foi obtido um parasitismo total de 26,99 ovos/fêmea, valor estatisticamente inferior ao apresentado pela mesma linhagem na densidade de 75 ovos/fêmea/dia (37,12 ovos/fêmea) (Tabela 5).

Verificou-se que a densidade de 25 ovos/fêmea/dia subestimou a capacidade de parasitismo por *T. galloi*, optando-se, a partir destes resultados, pela densidade de 75 ovos/fêmea/dia, para a comparação das linhagens nº 80 e nº 57. Nesta comparação, verificou-se que o parasitismo total observado para a linhagem nº 80 (37,12 ovos/fêmea), foi estatisticamente superior ao obtido para a linhagem nº 57 (28,04 ovos/fêmea) (Tabela 5), muito embora a longevidade média das fêmeas desta última linhagem (6,95 dias) tenha sido maior que a observada para a linhagem nº 80 (4,96 dias) (Tabela 6).

Analisando-se o ritmo diário de parasitismo em *D. saccharalis* (Tabela 7 e Figura 7), verificou-se que ambas as linhagens apresentaram um parasitismo concentrado no início da vida, sendo registrados até o 3º dia, 91,34% e 89,18% do total de ovos para as linhagens nº 80 e nº 57, respectivamente, na densidade de 75 ovos/fêmea/dia. Avaliando-se as duas densidades do hospedeiro, verificou-se que na menor delas o parasitismo foi menos concentrado no 1º dia (56,24%), do que na maior densidade (78,74%), indicando que o parasitóide reduz o número de ovos parasitados no 1º dia. Este

tipo de comportamento já foi observado por BURBUTIS *et alii* (1983) para *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis, 1975 em ovos de *O. nubilalis*. Segundo estes autores, o parasitóide restringe a sua oviposição, provavelmente para evitar o superparasitismo.

Com relação à progênie, a despeito das diferenças na disponibilidade de hospedeiros, não foram observadas variações significativas no número de pupas por ovo de *D. saccharalis*, nas duas densidades estudadas (Tabela 8); no entanto, um número estatisticamente menor de pupas por ovo, foi observado para a linhagem nº 57, provavelmente, pela sua maior adaptação em *A. kuehniella* (criada por 80 gerações neste hospedeiro), na qual, apenas 1,16 indivíduos se desenvolvem por ovo (STEIN, 1985).

O aumento na capacidade de parasitismo na presença de uma maior densidade do hospedeiro, já foi observada por vários autores. Obviamente, isto ocorre dentro de certos limites, estabilizando-se quando é atingida a capacidade máxima de parasitismo (PAK & OATMAN, 1982; BURBUTIS *et alii*, 1983). Este comportamento do parasitóide de variar o parasitismo em função da disponibilidade de ovos do hospedeiro, pode determinar uma variação no número de parasitóides a ser liberado, dependendo da densidade de ovos da praga existente no campo.

Com relação às diferenças observadas na capacidade de parasitismo entre as linhagens de campo (nº 80) e de laboratório (nº 57), NAGARKATTI & NAGARAJA (1978) comparando populações de *Trichogramma confusum* Viggiani, 1976, observaram tendências semelhantes à da presente pesquisa, verificando que fêmeas de laboratório apresentaram uma maior longevidade, porém, uma progênie reduzida em relação as fêmeas de campo que eram mantidas no hospedeiro original. Assim, o processo de seleção a que foi submetida

a linhagem nº 57, durante as 80 gerações em *A. kuehniella* no laboratório, aparenta ser uma das prováveis causas da redução de sua capacidade de parasitismo em laboratório.

O parasitismo total de *T. galloi* em ovos de *D. saccharalis* (37,12 ovos/fêmea), foi bastante reduzido se compararmos com o obtido em ovos de *A. kuehniella* (114,81 ovos/fêmea) no item 4.1.1.1.(Tabela 3). Entretanto, resultados similares ao do presente ensaio foram observados por BROWNING & MELTON (1987), que avaliaram oito espécies de *Trichogramma* em ovos de *D. saccharalis*, registrando um parasitismo máximo de 21,5 ovos/fêmea em 24 horas, para *Trichogramma fuentesi* Torre, 1980.

Quanto ao número de indivíduos que se desenvolve por ovo de *D. saccharalis*, CUEVA (1979) observou de 2 a 3 para *Trichogramma fasciatum* Perkins, 1912, e BROWNING & MELTON (1987) constataram 1,45 para *T. fuentesi*. Estes resultados encontram-se dentro do intervalo de variação observado na presente pesquisa com *T. galloi* (Tabela 8).

Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas no número de pupas de *T. galloi* por ovo, entre as duas densidades de *D. saccharalis* (Tabela 8), estes resultados diferiram dos obtidos por PAK & OATMAN (1982), os quais verificaram uma relação inversa entre o número de indivíduos de *Trichogramma brevicapillum* Pinto & Platner, 1978 que se desenvolve por ovo de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802), e a densidade deste hospedeiro.

Quanto ao ritmo diário de oviposição, os resultados foram semelhantes aos de FYE & LARSEN (1969) e SHAOTANG *et alii* (1988), os quais observaram um parasitismo concentrado até o 4º dia de vida das fêmeas, ou

até o 2º dia, segundo LAWRENCE *et alii* (1985). Assim, tendo em vista os testes de liberação em gaiolas, telados e no campo, deve-se permitir o parasitismo por um período de pelo menos 3 dias, após a emergência dos adultos. É necessário salientar que devido ao elevado parasitismo observado no 1º dia (Tabela 7), as liberações deverão ser realizadas no máximo, 12 horas após a emergência dos parasitóides.

Tabela 5. Parasitismo total com respectivo intervalo de variação (I.V.), de duas linhagens de *T. galloi* mantidas sobre duas densidades de ovos de *D. saccharalis*. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Linhagem (nº)	Nº total de ovos parasitados		I.V.
	$\bar{m}$	s($\bar{m}$)	
80*	26,99 b***	$\pm 1,27$	18-38
80**	37,12 a	$\pm 2,21$	13-60
57**	28,04 b	$\pm 1,57$	14-44

* Foram oferecidos 25 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia.

** Foram oferecidos 75 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia.

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

Tabela 6. Longevidade com respectivo intervalo de variação (I.V.), de machos e fêmeas de duas linhagens de *T. galloi* mantidas em duas densidades de ovos de *D. saccharalis*. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Linhagem (nº)	machos			fêmeas		
	$\bar{m}$	s($\bar{m}$)	I.V.	$\bar{m}$	s($\bar{m}$)	I.V.
80*	3,45a***	0,24	1-6	3,71b	0,28	1-10
80**	3,80a	0,41	1-8	4,96b	0,51	2-12
57**	4,00a	0,45	1-9	6,95a	0,59	1-10

* Foram oferecidos 25 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia.

** Foram oferecidos 75 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia.

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

Tabela 7. Parasitismo diário ($\bar{X}$) e porcentagem acumulada do parasitismo total (%) de duas linhagens de *T. galloi*, mantidas sobre duas densidades de ovos de *D. saccharalis*. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Dia	Linhagem nº 80*		Linhagem nº 80**		Linhagem nº 57**	
	$\bar{X}$ (nº de ovos)	%	$\bar{X}$ (nº de ovos)	%	$\bar{X}$ (nº de ovos)	%
1	15,78	56,24	30,19	78,74	20,32	65,65
2	4,37	71,81	2,28	84,69	4,95	81,65
3	4,16	86,64	2,55	91,34	2,33	89,18
4	1,91	93,44	2,20	97,08	1,70	94,67
5	0,56	95,44	0,64	98,83	0,95	97,74
6	0,70	97,93	0,25	99,49	0,53	99,45
7	0,38	99,29	0,20	100,0	0,17	100,0
8	0,20	100,0	-	-	-	-

* Foram oferecidos 25 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia.

** Foram oferecidos 75 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia.

Figura 7. Porcentagem acumulada do parasitismo total (---) e parasitismo diário (média $\pm$ erro padrão da média) (—) de duas linhagens de *T. galloi*, mantidas sobre duas densidades de ovos de *D. saccharalis*. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.
 (A) 25 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia (linhagem nº 80).
 (B) 75 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia (linhagem nº 80).
 (C) 75 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia (linhagem nº 57).

Tabela 8. Número de pupas por ovo do hospedeiro com o respectivo intervalo de variação (I.V.), para duas linhagens de *T. galloi*, mantidas sobre duas densidades de ovos de *D. saccharalis*. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Linhagem (nº)	Nº de pupas por ovo do hospedeiro		I.V.
	$\bar{m}$	s($\bar{m}$)	
80*	1,76 ab***	0,07	1-3
80**	1,90 a	0,04	1-3
57**	1,58 b	0,08	1-3

* Foram oferecidos 25 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia.

** Foram oferecidos 75 ovos de *D. saccharalis*/fêmea/dia.

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

4.2. Estudos em Telados

4.2.1. Estimativa do número de ovos na infestação artificial de *D. saccharalis*

A média de número de ovos de *D. saccharalis* por quadrado de área de $0,0625\text{cm}^2$, decresceu estatisticamente à medida que diminuiu o tamanho da postura (Tabela 9). Para a realização das análises de regressão, os dados de número de ovos foram organizados em média para cada número de quadrados correspondentes, dentro das categorias (pequena, média e grande) de

postura. Para os três tamanhos de postura, estudados isoladamente e conjuntamente, observou-se uma correlação linear significativa entre o número de quadrados correspondentes à área da postura e o número de ovos existentes na mesma (Tabela 10).

As variações nos números de ovos por quadrado, observadas entre posturas de diferentes tamanhos (Tabela 9), são devidas à variação no grau de sobreposição dos ovos em função do tamanho da postura. Assim, posturas maiores tendem a ser mais imbricadas, apresentando, conseqüentemente, um maior número de camadas de ovos por unidade de área. Entretanto, a despeito dessas variações, a equação de regressão englobando os três tamanhos de posturas (Tabela 10) apresentou uma boa precisão, sendo um método prático para estimativa rápida do número de ovos de *D. saccharalis*.

Métodos semelhantes para estimativa do número de ovos em posturas, foram também desenvolvidos para *Choristoneura fumiferana* (Clemens) (BEAN, 1961; LEONARD *et alii*, 1973).

Tabela 9. Número médio de ovos por quadrado ($0,0625\text{cm}^2$ de área) para diferentes tamanhos de posturas de *D. saccharalis*.

Tamanho da postura (mm)	Nº médio de ovos por quadrado
Pequena (2,0 - 3,5mm)	15,36 $\pm$ 0,35 a*
Média (3,5 - 6,0mm)	17,55 $\pm$ 0,60 b
Grande (6,0 - 10,5mm)	19,69 $\pm$ 0,32 c

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

Tabela 10. Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) e valores da estatística F obtidos na análise de regressão linear entre as variáveis X (número de quadrados*) e Y (número de ovos), para diferentes tamanhos de postura de *D. saccharalis*.

Tamanho da postura	Equação de regressão	R^2	F
Pequena (2,0 - 3,5)	$Y = 0,96 + 14,44 X$	0,91	73,68**
Média (3,5 - 6,0)	$Y = 1,21 + 17,83 X$	0,87	52,01**
Grande (6,0 - 10,5)	$Y = 5,47 + 18,27 X$	0,97	590,82**
Pequena + média + grande	$Y = -2,11 + 19,91 X$	0,99	3.267,94**

* Área de cada quadrado: $0,0625\text{cm}^2$.

** Valor de F é significativo ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.2. Determinação do número ideal de *T. galloi* a ser liberado por ovo de *D. saccharalis*

No primeiro teste, foram liberados adultos da linhagem nº 57 de *T. galloi*, nas densidades de 0,1 a 3,2 parasitoides por ovo de *D. saccharalis*. Obteve-se uma correlação positiva entre o logaritmo do número de parasitoides liberados e a porcentagem de parasitismo, cuja dependência linear está apresentada na Figura 8. Verificou-se que as taxas de parasitismo aumentaram proporcionalmente ao número de insetos liberados, até a densidade de 0,4 parasitoides por ovo, quando foi atingido 56,26% de parasitismo

(Tabela 11). A partir deste valor, os aumentos na taxa de parasitismo foram gradativamente menores, não havendo proporcionalidade entre o número de parasitoides liberados e a porcentagem de parasitismo. Na densidade de 3,2 parasitoides por ovo, atingiu-se um máximo de 85,34% de parasitismo (Tabela 11). Este número, entretanto, não diferiu estatisticamente do parasitismo obtido na densidade de 1,6 parasitoides por ovo (73,05%).

No segundo teste, foram liberados adultos de *T. galloi* em densidades superiores a 3,2 parasitoides por ovo de *D. saccharalis*, verificando-se ocorrer um decréscimo contínuo do parasitismo nas densidades de 6,4 e 12,8 parasitoides por ovo (Tabela 12). À semelhança do primeiro teste, nesta 2ª etapa, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre as taxas de 1,6 e 3,2 parasitoides por ovo. Verificou-se neste caso, uma correlação negativa entre o logaritmo do número de parasitoides liberados e a porcentagem de parasitismo, cuja dependência linear está apresentada na Figura 9. Este decréscimo do parasitismo, pode ser atribuído à ocorrência de superparasitismo quando são liberados números excessivos de parasitoides por ovo de hospedeiro. Assim, nas densidades de 6,4 e 12,8 parasitoides por ovo, foram observadas as maiores taxas de ressecamento de ovos de *D. saccharalis* (Tabela 12), como uma indicação deste superparasitismo.

Estes resultados estão de acordo com KNIPLING (1979), que constatou através de modelos, que números crescentes de parasitoides liberados por unidade de área, levam a uma redução na eficiência do *Trichogramma*, pois, à medida que cresce a sua densidade, a probabilidade de um indivíduo encontrar um ovo não parasitado diminui. Desta forma, a competição intra-específica torna bastante improvável a ocorrência de um parasitismo

próximo a 100%, em condições de campo (KNIPLING, 1977).

A temperatura aparentemente não afetou o parasitismo neste tipo de experimento, pois, embora a temperatura média tenha sido de apenas 15,2°C no segundo teste, em ambos os ensaios foi obtido um parasitismo semelhante, em torno de 80%, nas densidades de 1,6 e 3,2 parasitóides por ovo (Tabelas 11 e 12).

Face aos resultados obtidos, a relação de 1,6 a 3,2 *Trichogramma* por ovo de broca-da-cana, serviu de base para o cálculo do número de parasitóides a ser liberado nos ensaios de campo.

Tabela 11. Porcentagem de parasitismo de ovos de *D. saccharalis* submetidos à liberação de números crescentes de adultos de *T. galloi* (linhagem nº 57), em cana-de-açúcar, var. NA 56-79, confinada em telados de "nylon". Piracicaba, SP (11 a 16 de outubro de 1986).

Nº de parasitóides liberados	Nº de ovos de <i>D. saccharalis</i>	Nº de parasitóides liberados por ovo de <i>D. saccharalis</i>	Parasitismo (%)
20	200	0,1	13,86 ± 1,76 c*
40	200	0,2	22,18 ± 6,27 c
80	200	0,4	56,56 ± 12,04 b
160	200	0,8	54,06 ± 6,85 b
320	200	1,6	73,05 ± 7,38 ab
640	200	3,2	85,34 ± 3,64 a

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

** Temperatura (média): 22,5 (20,4-24,9)°C; UR (média): 64,1 (58,0 - 70,3)%; Precipitação pluviométrica (total): 0mm.

Tabela 12. Porcentagens de parasitismo e de ressecamento de ovos de *D. saccharalis* submetidos à liberação de números crescentes de adultos de *T. galloi* (linhagem nº 57), em cana-de-açúcar, var. NA 56-79, confinada em telados de "nylon". Piracicaba, SP (08 a 13 de julho de 1988).

Nº de parasitoides liberados	Nº de ovos de <i>D. saccharalis</i>	Nº de parasitoides liberados por ovo de <i>D. saccharalis</i>	Parasitismo (%)	Ressecamento (%)
320	200	1,6	79,58 ± 3,72 a*	9,41 ± 5,44 b
640	200	3,2	79,86 ± 5,73 a	6,48 ± 2,76 b
1280	200	6,4	65,08 ± 8,51 ab	31,04 ± 8,84 a
2580	200	12,8	49,12 ± 10,11 b	48,83 ± 10,99 a

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste "t" ao nível de 5% de probabilidade.

** Temperatura (média): 15,2 (10,1-17,9)°C; UR (média): 67,3 (62-72)%; Precipitação pluviométrica (total): 0mm.

Figura 8. Equação de regressão para as variáveis número de parasitóides (*T. galloi* - linhagem nº 57) liberados por ovo de *D. saccharalis* e porcentagem de parasitismo em telados de "nylon". Piracicaba, SP (11 a 16 de outubro de 1986).

Figura 9. Equação de regressão para as variáveis número de parasitóides (*T. galloi* - linhagem nº 57) liberados por ovo de *D. saccharalis* e porcentagem de parasitismo, em telados de "nylon". Piracicaba, SP (08 a 13 de julho de 1988).

4.3. Estudos em Campo

4.3.1. Dinâmica populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi*

A flutuação de ovos de *D. saccharalis* e o parasitismo por *T. galloi* foram estudados nos anos de 1986, 1987 e no primeiro semestre de 1988, em diferentes variedades e fazendas da Usina da Barra, em Barra Bonita, SP (Figuras de 10 a 15). Foram encontradas variações em função do estágio de desenvolvimento da cultura, da variedade, do local e do ano em que foram realizados os levantamentos.

O estudo das gerações de *D. saccharalis* na cultura, mostrou que a etologia da praga está bastante associada ao desenvolvimento da cana-de-açúcar. Desta forma, observou-se que a despeito da época de plantio, o aparecimento dos primeiros ovos de *D. saccharalis* na cultura, ocorreu por volta de 40 dias após o plantio, nas variedades SP 70-1143 e NA 56-79 (Figuras 10 e 11 e Tabela 13). A partir daí observou-se um rápido aumento na oviposição que foi mantido até cerca de 100 dias de desenvolvimento da cultura, abrangendo principalmente os meses de abril e maio. Resultados semelhantes foram obtidos por CUEVA (1979), no Peru, que observou as primeiras posturas de broca-da-cana aos 41 dias do plantio, atingindo um máximo de 127.000 ovos/ha, aos 115 dias.

Com base nestes dados e analisando os demais levantamentos, verificou-se, que a primeira geração da cultura (que não corresponde a 1ª geração da praga), ocorreu em média com 2 a 3 meses após o plantio, ou seja, no mês de abril, para variedades plantadas em janeiro (Figuras 12 e 13), e nos meses de maio e junho para variedades plantadas em março (Figuras 14 e 15).

Figura 10. Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura. Barra Bonita, SP (Fazenda Água Sumida).

Figura 11. Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura. Barra Bonita, SP (Fazenda Espírito Santo).

Figura 12. Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 70-1284, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura, bem como o número provável de gerações da broca. Bara Bonita, SP (Fazenda São Miguel).

A: início da ocorrência de ovos na cultura (colocados por fêmeas da 5ª geração da broca).

I-V: sequência de gerações de *D. saccharalis*, baseando-se em suas exigências térmicas (°C).

Figura 13. Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura, bem como o número provável de gerações da broca. Barra Bonita, SP. (Fazenda São Miguel).

A: início da ocorrência de ovos na cultura (colocados por fêmeas da 5ª geração da broca).

I-V: seqüência de gerações de *D. saccharalis*, baseando-se em suas exigências térmicas (GD).

Figura 14. Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura, bem como o número provável de gerações da broca. Barra Bonita, SP (Fazenda Itaúna).
A: início da ocorrência de ovos na cultura (colocados por fêmeas da 5ª geração da broca).

I-V: sequência de gerações de *D. saccharalis*, baseando-se em suas exigências térmicas (GD).

Figura 15. Flutuação populacional de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406, e correlação com parâmetros climáticos e idade da cultura, bem como o número provável de gerações da broca. Barra Bonita, SP (Fazenda Bosque).

A: início da ocorrência de ovos na cultura (colocados por fêmeas da 5ª geração da broca).

I-V: sequência de gerações de *D. saccharalis*, baseando-se em suas exigências térmicas (GD).

Tabela 13. Início da oviposição de *D. saccharalis* em duas variedades de cana-de-açúcar; associação com a idade da cultura e parâmetros climáticos observados no período, em Barra Bonita, SP (1988).

Variedade (Fazenda)	Plantio (data)	Início da oviposição			Temperatura (°C)			Precipitação pluviométrica (mm)
		Data	Idade da cultura (dias)	Número de ovos/ha	Máx.	Mín.	Média	
SP 70-1143 (Água Sumida)	08/02/88	(20-26/03/88)	42	13.000	a 30,9	19,6	25,2	100,0
					b 32,2	17,9	25,0	0,0
NA 56-79 (Espírito Santo)	15/03/88	(17-23/04/88)	38	22.000	a 29,1	17,8	23,5	72,0
					b 27,9	19,4	23,7	18,0

a: dados climáticos tomados na semana anterior à coleta.

b: dados climáticos tomados na mesma semana.

Considerando-se que nenhum dos levantamentos foi conduzido até o momento da colheita (devido ao alto porte do canavial nesta época), para a estimativa do número total de gerações de *D. saccharalis*, os levantamentos na variedade SP 70-1143, realizados nas fazendas Itaúna e Água Sumida, foram combinados na Figura 16. Assim, verificou-se que esta praga apresentou 5 gerações completas nas condições de Barra Bonita, SP, sendo que os adultos provenientes da 5ª geração da praga, originaram a primeira geração de ovos da cultura seguinte, nos meses de abril e maio. Estes resultados estão de acordo com BERGAMIN (1948), GALLO *et alii* (1978) e MÉLO (1984), os quais relataram que nas condições do Estado de São Paulo, a praga pode apresentar de 4 a 5 gerações durante o ano. Entretanto, WALDER (1976), baseando-se em levantamentos de formas imaturas (lagartas e pupas), concluiu que a broca-da-cana apresenta 4 gerações nas regiões de Ribeirão Preto, Araraquara, Jaú e Piracicaba, no Estado de São Paulo.

A primeira geração da praga na cultura teve início entre 5 a 6 meses após o plantio, nos meses de junho e agosto, para as variedades plantadas em janeiro (Figuras 12 e 13) e março (Figuras 14 e 15), respectivamente. Embora BERGAMIN (1949) e WALDER (1976) tenham sugerido uma diapausa das lagartas no período de junho a setembro, PARRA *et alii* (1988), avaliando o metabolismo de lagartas coletadas em campo, concluíram que apenas uma parte da população entra em diapausa nos meses de junho e julho.

De uma maneira geral, o período de maior oviposição ocorreu de setembro a janeiro. Os picos coincidiram com a 3ª geração da praga, ocorrendo entre o 9º e o 10º mês (35ª a 41ª semana) após o plantio da cana (Tabela 14 e Figuras de 12 a 15). Estes resultados são coerentes com os trabalhos de GALLO *et alii* (1967) e SILVEIRA NETO *et alii* (1968), que

Figura 16. Número provável de gerações de *D. saccharalis* durante o ano, em cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143, baseando-se em suas exigências térmicas (GD), em Barra Bonita, SP.

A: início da ocorrência de ovos na cultura (colocados por fêmeas da 5ª geração da broca).
I-V: sequência de gerações de *D. saccharalis*.

Tabela 14. Oviposição máxima de *D. saccharalis* em diferentes variedades de cana-de-açúcar; associação com a idade da cultura e parâmetros climáticos observados no período. Barra Bonita, SP (1986/1987).

Variedade (Fazenda)	Plantio (data)	Oviposição máxima			Temperatura (°C)			Precipitação pluviométrica (mm)
		Data	Idade da cultura (semanas)	Número de ovos/ha	Máx.	Mín.	Média	
SP 70-1284 (São Miguel)	03/01/86	(12-18/10/86)	41	626.000	a 31,4	16,7	24,1	3,0
					b 31,2	15,6	23,4	0,0
SP 71-1406 (São Miguel)	15/01/86	(12-18/10/86)	40	478.000	a 31,4	16,7	24,1	3,0
					b 31,2	15,6	23,4	0,0
SP 70-1143 (Itaúna)	14/03/86	(09-15/11/86)	35	196.000	a 33,1	19,4	26,3	15,5
					b 25,8	14,1	20,0	17,0
SP 71-1406 (Bosque)	14/03/87	(13-19/12/87)	40	111.000	a 32,0	20,3	26,2	69,0
					b 30,2	19,1	24,7	53,5

a: dados climáticos tomados na semana anterior à coleta.

b: dados climáticos tomados na mesma semana.

estudando a flutuação de adultos de *D. saccharalis*, através de armadilhas luminosas, em Piracicaba, SP, verificaram que a maior população ocorreu nos meses de setembro a novembro. Entretanto, BOTELHO (1985) e MICHELETTI (1987) observaram predominância de posturas de broca-da-cana nos meses de janeiro a março, em Araras e Iracemópolis, SP. TERAN (1979), realizando levantamento de adultos através de armadilhas de feromônio no Estado de São Paulo, verificou uma variação acentuada nas flutuações populacionais entre regiões e anos distintos. Segundo este autor, estas diferenças se devem, provavelmente, à variação nas condições climáticas entre as regiões e os anos. Por outro lado, o tipo de variedade utilizada nos levantamentos pode influir não apenas na grandeza, como também na época de ocorrência dos picos populacionais (MACEDO & BOTELHO, 1988).

Na presente pesquisa, verificou-se diferença na grandeza dos picos, entre os anos estudados. Assim, em 1986, os picos de postura foram mais elevados, atingindo valores de 478.000 ovos/ha na variedade SP 71-1406, enquanto que em 1987, foi observado um pico máximo de 111.000 ovos/ha para esta mesma variedade, embora esta diferença possa ser também atribuída ao local, que variou nos dois casos (Tabela 14).

O parasitismo natural por *T. galloi*, variou, no período de estudo de 1,43 a 91,41%, apresentando-se bastante correlacionado com a população de ovos de *D. saccharalis*. Embora o parasitóide tenha sido constatado desde o 2º mês após o plantio (Tabela 15), o que coincide com os resultados de CUEVA (1979) e AYQUIPA *et alii* (1980), o parasitismo manteve-se reduzido e esporádico até aos 6 e 7 meses de idade da cana, tendo iniciado o seu crescimento apenas a partir do 7º mês após o plantio, quando a broca-da-cana atingiu a 2ª geração na cultura e teve sua densidade de ovos aumentada (Figuras de 12 a 15).

Tabela 15. Início do parasitismo natural por *T. galloi* em diferentes variedades de cana-de-açúcar; associação com a idade da cultura e parâmetros climáticos observados no período. Barra Bonita, SP (1986/1988).

Variedade (Fazenda)	Plantio (data)	Início do parasitismo		Temperatura (°C)			Precipitação pluvio- métrica (mm)
		Data	Idade da cultura (semanas)	%	Máx.	Mín. Média	
SP 70-1284 (São Miguel)	03/01/86	(25-31/05/86)	21	12,35	a 26,4 b 27,5	16,2 21,3 14,9 21,2	34,5 10,0
SP 71-1406 (São Miguel)	15/01/86	(29/6 a 5/7/86)	25	23,44	a 26,4 b 25,0	12,6 19,5 12,9 18,9	0,0 0,0
SP 70-1143 (Itaúna)	14/03/86	(12-18/10/86)	31	14,06	a 131,4 b 31,2	16,7 24,1 15,6 23,4	3,0 0,0
SP 71-1406 (Bosque)	14/03/87	(10-16/05/87)	9	1,43	a 28,4 b 25,6	17,3 22,8 16,3 20,9	38,5 88,5
SP 70-1143 (Água Sumida)	08/03/88	(10-16/04/88)	10	32,61	a 29,6 b 29,1	17,9 23,8 17,8 23,5	7,0 72,0
NA 5679 (Espírito Santo)	15/03/88	(24-30/04/88)	7	6,67	a 27,9 b 28,1	19,4 23,7 17,4 22,8	18,0 3,0

a: dados climáticos tomados na semana anterior à coleta.

b: dados climáticos tomados na mesma semana.

Em 1987, entretanto, o crescimento do parasitismo aos 8 meses ocorreu a despeito da pequena disponibilidade de ovos de *D. saccharalis* (Figura 15). Assim, conforme observado por PUTERKA *et alii* (1985) em milho e sorgo, o desenvolvimento da cultura pode também afetar diretamente o parasitismo natural. É sabido que o desenvolvimento do parasitóide na cultura depende de condições microclimáticas favoráveis como umidade relativa superior a 80% (METCALFE & BRENIÈRE, 1969; ALMEIDA & PARRA, 1987), o que, provavelmente, só se verifica quando ocorre o "fechamento" total da cultura. Segundo Doorembos & Kassan (1979)¹, citado por ALFONSI *et alii* (1987), o "fechamento" completo de cana-de-açúcar com ciclo de 18 meses, ocorre em média aos 7 meses da cultura, o que talvez explique este comportamento do parasitóide, em função da condição microclimática úmida condicionada pela cultura nesta época.

Os picos de parasitismo ocorreram na 3ª ou 4ª gerações da praga, nos meses de outubro a dezembro (Figuras 12, 13 e 15) e de fevereiro (Figura 14), em concordância com KNIPLING (1977), que observou um máximo parasitismo (90%) na Louisiana (EUA), apenas na 4ª geração de *D. saccharalis*. Estes resultados estão próximos aos obtidos por MICHELETTI (1987), que relatou os maiores índices de parasitismo aos 12 meses de idade da cana.

Com relação às diferentes variedades estudadas, observou-se um máximo parasitismo na variedade SP 71-1406 (60,46% em 1986 e 91,41% em 1987), enquanto que na variedade SP 70-1143 o parasitismo foi inexistente

¹ DOOREMBOS, J. & KASSAN, A.H. Yield response to water. Roma, FAO, 1979. 197p. (FAO-Irrigation and Drainage paper, 33).

até o 89 mês após o plantio (Figura 14) e mostrou-se bastante reduzido, atingindo o pico de 41,35% (Tabela 16). MICHELETTI (1987) e PARRA *et alii* (1987a), sugeriram que as diferenças no parasitismo entre as variedades se devem à aspectos da arquitetura foliar de plantas. Assim, segundo estes autores, variedades de folhas mais largas, têm uma tendência de formar uma massa foliar mais compacta, o que, provavelmente, proporciona uma situação microclimática mais favorável ao parasitismo. Apesar de ambas as variedades analisadas apresentarem folhas largas e elevada massa foliar, a variedade SP 70-1143 (Fazenda Itaúna) foi cultivada em solo arenoso (areias quartzosas), cujas características hídricas e nutricionais reduziram o desenvolvimento da cultura, o que pode ter afetado o parasitismo por *Trichogramma*.

Os resultados das análises de regressão linear encontram-se nos Apêndices 2 e 3. Estudando-se o levantamento realizado na variedade SP 71-1406 (Fazenda São Miguel) em 1986, verificou-se, através dos coeficientes de determinação e dos valores da estatística F, que não houve relação do número total de ovos de *D. saccharalis* e do número de ovos parasitados por *T. galloi*, com os dados de temperatura (máxima, mínima e média) e de precipitação pluviométrica, os quais foram tomados na mesma semana de observação, uma semana antes, ou duas semanas antes da coleta dos ovos.

Estes resultados são concordantes com os obtidos por outros autores. MENDES (1976), estudando a flutuação de adultos de *D. saccharalis* com armadilhas luminosas no Estado de São Paulo, concluiu que os parâmetros climáticos explicaram apenas 41,3% da flutuação populacional desta praga. Em Iracemápolis, SP, MICHELETTI (1987) obteve uma explicação máxima

Tabela 16. Parasitismo natural máximo por *T. galloi* em diferentes variedades de cana-de-açúcar; as sociações com a idade da cultura e parâmetros climáticos observados no período. Barra Bonita, SP (1986/1987).

Variedade (Fazenda)	Plantio (data)	Parasitismo máximo			Temperatura (°C)			Precipitação pluviométrica (mm)
		Data	Idade da cultura (semanas)	%	Máx.	Mín.	Média	
SP 70-1284 (São Miguel)	03/01/86	(07-13/12/86)	49	74,08	a 31,4	16,7	24,1	3,0
					b 31,2	15,6	23,4	0,0
SP 71-1406 (São Miguel)	15/01/86	(12-18/10/86)	40	60,46	a 31,4	16,7	24,1	3,0
					b 31,2	15,6	23,4	0,0
SP 70-1143 (Itaúna)	14/03/86	(01-07/02/87)	47	41,35	a 29,2	20,4	24,8	107,5
					b 31,1	19,6	25,4	124,0
SP 71-1406 (Bosque)	14/03/87	(27/12 a 02/01)	42	91,41	a 31,4	17,9	24,7	0,0
					b 31,9	21,1	26,6	25,0

a: dados climáticos tomados na semana anterior à coleta.

b: dados climáticos tomados na mesma semana.

de 66% para a correlação do número de posturas de *D. saccharalis* e do parasitismo natural por *Trichogramma* com fatores meteorológicos (temperatura e umidade relativa), sugerindo que os níveis de parasitismo estão muito mais correlacionados com a etologia da praga do que com parâmetros climáticos. Devido a estes resultados, e considerando-se que na presente pesquisa as tendências populacionais de *D. saccharalis* e de *T. galloi* verificadas nas diversas variedades e locais, foram semelhantes às observadas na variedade SP 71-1406 (Fazenda São Miguel), as análises de regressão para correlação das populações da broca e do parasitóide com os fatores climáticos, foram realizadas apenas para esta variedade.

Embora os fatores climáticos não interfiram no estabelecimento da praga e do parasitóide na cultura, é de se supor que eles tenham influência sobre o nível populacional de ambos (MICHELETTI, 1987). Assim, na presente pesquisa, observou-se que em todos os levantamentos realizados, o início e os picos de oviposição de *D. saccharalis* ocorreram na presença de chuva (conseqüentemente, umidade relativa elevada) e temperatura média acima de 20°C (Tabelas 13 e 14). De forma análoga, os maiores parasitismos foram observados nestas mesmas condições e com temperatura mínima superior a 15,6°C (Tabela 16), o que está de acordo com resultados de PARKER (1970) e PAK (1988), os quais verificaram uma redução drástica no parasitismo de *T. evanescens* Westw., 1833 em temperaturas inferiores a 15,5°C.

Visando ao controle da broca-da-cana, CUEVA (1980) recomendou a realização das liberações de *Trichogramma* no início da cultura. Tendo em vista que na presente pesquisa os primeiros ovos de *D. saccharalis* na cultura ocorreram em maior concentração entre 2 e 4 meses após o plantio (Figuras de 10 a 11), e que o parasitismo natural mostrou-se reduzido

nos primeiros 7 meses de idade da cana (inferior aos 33% indicados por WOLCOTT & MARTORELL, 1943) (Figuras de 12 a 15), o período de 40 a 120 dias após o plantio aparenta ser bastante indicado para as liberações do parasitóide em cana planta com ciclo de 18 meses, nas condições do Estado de São Paulo.

Considerando-se um período efetivo de parasitismo em laboratório de no máximo 3 a 4 dias, determinado em 4.1.1.2. (Tabela 7), as liberações devem ser realizadas a intervalos de no máximo 7 dias, para que ocorra uma atuação uniforme do parasitóide durante todo o período crítico de oviposição da praga (DE BACH & BARTLETT, 1964).

As liberações devem ser efetuadas no início da manhã, pelas seguintes razões: a) 60 a 80% do parasitismo de *T. galloi* em ovos de *D. saccharalis*, ocorre nas primeiras 24 horas de vida das fêmeas (item 4.1.1.2) (Tabela 7); b) a maior atividade de parasitismo do *Trichogramma* se concentra durante o dia (ASHLEY *et alii*, 1973; PAK & OATMAN, 1982) e c) as baixas temperaturas noturnas, que são observadas nos meses de maio e junho (recomendados para a liberação), podem reduzir o parasitismo e a dispersão do parasitóide (PAK, 1988).

Para simular, de uma forma prática, o efeito de liberações de *Trichogramma*, considerou-se a primeira geração de ovos da variedade SP 70-1143, na fazenda Água Sumida, no período de março a maio de 1988 (Figura 17). Baseando-se na densidade aproximada de 100.000 ovos de *D. saccharalis* por ha e considerando a relação ideal de 1,6 parasitóides por ovo, determinada em 4.2.2., seriam realizadas liberações de 160.000 parasitóides por ha, objetivando um parasitismo teórico de 80%.

Realizando-se duas liberações, uma 1ª no dia 30/03 e uma 2ª no dia 06/04, seria obtida de imediato, uma redução de 80% na população de ovos, em um período de 11 dias (4 dias do período efetivo de parasitismo da 1ª liberação + 3 dias até o momento da 2ª liberação + 4 dias do período efetivo de parasitismo da 2ª liberação) (Figura 17). Considerando-se ainda a possibilidade dos parasitoides liberados sobreviverem no campo por mais de uma geração, e baseando-se nas exigências térmicas de *T. galloi* (PARRA *et alii* 1987a), ocorreriam, pelo menos, 3 gerações de *Trichogramma* por geração de *D. saccharalis*, o que equivaleria em média, a uma geração a cada 15 dias (Figura 17). Desta forma, as progênes resultantes dos ovos parasitados nas duas liberações, poderiam acarretar um parasitismo adicional ao observado nos primeiros dias, reduzindo ainda mais a primeira geração de ovos da cultura.

Na realidade, este é um modelo teórico, havendo necessidade de que estudos em campo sejam conduzidos para se avaliar o real impacto das liberações de *Trichogramma* nesta época do ano, bem como verificar se os parasitoides liberados persistem no campo por várias gerações. Embora tenha sido exemplificado o efeito de apenas duas liberações de *T. galloi* no início da cultura (Figura 17), sugere-se que sejam realizados testes comparando-se 2 e 3 liberações, pois, o número de liberações pode ser variável em função do local, sendo que para o controle de *O. nubilalis* em milho, são realizadas 2 liberações na Alemanha e 3 na França (HEYDE *et alii*, 1988).

PARKER (1970) e PAK (1988) verificaram que baixas temperaturas afetam a dispersão e o parasitismo de *Trichogramma*. Assim, a sobrevivência dos parasitoides liberados no inverno, pode ser dificultada nas

Figura 17. Redução hipotética de *D. saccharalis* em função de duas liberações de *T. galloi*, e número provável de gerações deste parasitóide para cada geração da broca, com base em suas exigências térmicas. Barra Bonita, SP.

* as setas indicam as liberações do parasitóide.

** F₁ a F₃: progênie do parasitóide.

condições do Estado de São Paulo. Na Índia, VARADHARAJAN (1980) recomendou a realização de liberações mensais de *Trichogramma* após 3 meses do plantio, e durante todo o ciclo da cultura; pelo fato das brocas-da-cana-de-açúcar apresentarem várias gerações durante o ano.

Desde que os estudos com armadilhas luminosas são bastante avançados no Brasil, propõem-se que o monitoriamento dos adultos de *D. saccharalis* possa ser feito através desses equipamentos, para se determinar o aparecimento dos primeiros ovos no campo. Sugerem-se estudos neste sentido no Brasil, pois, em outros países, o momento de liberação é determinado com armadilhas luminosas ou de feromônios (WITZ *et alii*, 1985; HEYDE *et alii*, 1988; MAINI *et alii*, 1988).

4.3.2. Capacidade de dispersão de *T. galloi*

Analisando-se o parasitismo de *T. galloi* (linhagem nº 57) a diferentes distâncias de um ponto central de liberação (Tabela 17), verificou-se que o mesmo manteve-se uniforme em um raio de 10m, não diferindo estatisticamente entre as distâncias de 5 (51,35%) e 10m (40,78%), porém, mostrando-se significativamente reduzido a 15m (21,26%).

A capacidade de dispersão de *T. galloi* observada neste trabalho mostrou-se próxima às obtidas em cana-de-açúcar, em outros países. JAYNES & BYNUM (1941), na Louisiana (EUA), observaram uma dispersão máxima de 25m em 24 horas, para *T. minutum*. EL-SHERIF *et alii* (1978), liberando *T. evanescens*, observaram um maior parasitismo até a distância de 20m do ponto de liberação, após 48 horas. Em outras culturas, os resultados

foram semelhantes aos verificados em cana-de-açúcar. Assim, STINNER *et alii* (1974), estudando *T. pretiosum* em algodoeiro, verificaram que o parasitismo apresentou-se concentrado em um raio de 15m, enquanto que VAN DEN BERG *et alii* (1987), relataram este mesmo raio de ação para *Trichogramma cryptophlebiae* Nagaraja, 1978, em pomares cítricos.

Conhecendo-se a capacidade de dispersão, é possível se determinar o número ideal de pontos de liberação do parasitóide. Desta forma, na China, são utilizados 30 pontos por ha para a liberação de *Trichogramma* em milho (HUFFAKER, 1977), enquanto que na Alemanha, NEUFFER (1982) recomendou a liberação em 80 pontos por ha, para esta mesma cultura.

Portanto, tendo em vista que na presente pesquisa foi verificado um raio efetivo de ação de 10m, as liberações de *T. galloi* em cana-de-açúcar, deverão ser realizadas em pelo menos 25 pontos por ha, para que haja uma cobertura eficiente do parasitóide em toda área. Entretanto, deve-se salientar que este raio de ação foi registrado com apenas 24 horas após a liberação. Assim, considerando-se que *T. galloi* apresenta um período efetivo de parasitismo de 3 a 4 dias, em condições de laboratório (4.1.1.2), é de se supor que o raio de ação deste parasitóide em campo, possa ser superior a 10m, neste período. Desta forma, propõem-se que novas pesquisas sejam conduzidas para se avaliar a capacidade de dispersão de *T. galloi* após 4 dias de liberação.

É conveniente salientar que na presente pesquisa não houve proporcionalidade entre o número de pontos em que se colocaram ovos, para cada raio estudado, e a área correspondente. Segundo STERN *et alii* (1965), existe um efeito de "diluição" do número de parasitóides liberados,

devido ao aumento geométrico da área, à medida que se amplia a distância em relação ao ponto central de liberação. Desta forma, sugerem-se estudos neste sentido, variando-se o número de pontos para cada área em função do raio de ação estudado.

Tabela 17. Porcentagem de parasitismo de *T. galloi* (linhagem nº 57) em ovos de *D. saccharalis*, colocados a diferentes distâncias de um ponto central de liberação em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79 (cana soca). Piracicaba, SP (15 a 16 de março de 1987).

Distância (m)	Porcentagem de parasitismo
5,0	51,35 ± 11,41 a**
10,0	40,78 ± 7,28 ab
15,0	21,26 ± 11,29 bc
Testemunha	0,95 ± 0,95 c

** Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.3. Comparação de linhagens de *T. galloi* no parasitismo de *D. saccharalis*

No ensaio I, realizado em Barra Bonita, SP, os maiores parasitismos foram alcançados pelas linhagens de Iracemápolis, nº 69 (67,58%) e nº 57 (57,81%), após 5 dias da liberação (Tabela 18). Ao contrário do que se esperava, a linhagem original de Barra Bonita (nº 64) apresentou um parasitismo competitivo com as demais, apenas até o 29 dia; sendo que ao 59 dia, o seu parasitismo não ultrapassou 41,83%; não diferindo, portanto, da testemunha (27,07%).

Nos ensaios realizados em Piracicaba, a linhagem local, nº 57, confirmou a sua maior agressividade e apresentou os maiores parasitismos. No ensaio II apresentou um parasitismo de 51,66% que não diferiu estatisticamente do obtido pela linhagem nº 69 (38,30%), mas foi muito superior ao da linhagem nº 64 (8,65%) (Tabela 20). No ensaio III, embora o seu parasitismo tenha diminuído para 15,50%, as demais linhagens avaliadas (ambas coletadas em Piracicaba), apresentaram um parasitismo inferior a 1% (Tabela 21). Pelos resultados obtidos, a linhagem nº 57 foi a que se mostrou mais promissora para as liberações em cana-de-açúcar, nas duas regiões estudadas.

O baixo parasitismo de *T. galloi* (linhagem nº 57) observado no ensaio III pode ter sido ocasionado por vários fatores, entre outros: temperatura, fenologia da cultura e variedade de cana-de-açúcar.

As baixas temperaturas que se verificaram durante o ensaio III, aparentemente tiveram grande influência no parasitismo por *T. galloi*.

Assim, verificou-se que nos ensaios I e II, as médias de temperatura foram superiores a $21,6^{\circ}\text{C}$ e a temperatura mínima observada foi de $15,5^{\circ}\text{C}$, enquanto que no ensaio III registrou-se uma mínima de $11,2^{\circ}\text{C}$ e as médias variaram de $15,5$ a $18,9^{\circ}\text{C}$ (Apêndice 4). Entretanto, estes resultados diferem dos obtidos em telados (4.2.2.), nos quais, a despeito das baixas temperaturas observadas, não se verificou uma redução de parasitismo por *T. galloi*. Estas variações, provavelmente se devem ao fato de que nos telados, os parasitóides foram confinados em plantas de cana-de-açúcar com posturas de *D. saccharalis*, não necessitando neste caso, de se dispersarem à procura dos ovos do hospedeiro, como ocorreu nos ensaios de campo.

Segundo KOT (1964), a dispersão do *Trichogramma* é bastante afetada pela temperatura. Resultados obtidos por PARKER (1970) e PAK (1988), indicaram que temperaturas inferiores a $15,5^{\circ}\text{C}$ reduziram drasticamente a dispersão e o parasitismo de *T. evanescens* em ovos de *Pieris rapae* (L.) e *Mamestra brassicae* L. em cultura de repolho, enquanto que um declínio na temperatura de 18 para $4,3^{\circ}\text{C}$, provocou uma queda de 75% na porcentagem de ovos parasitados (PARKER *et alii*, 1971). Segundo BIEVER (1972) e BOLDT (1974), a atividade locomotora de fêmeas de *T. minutum* e *T. evanescens* foi crescente com o aumento da temperatura na faixa de 20 a 35°C , sendo reduzida em temperaturas inferiores a 20°C .

O estado fenológico da cultura é um outro fator que pode ter afetado o parasitismo. Os ensaios I e II foram realizados com canas plantadas, enquanto que o ensaio III foi conduzido com cana-soca. MICHELETTI (1987) verificou que o parasitismo natural em ovos de *D. saccharalis* foi mais elevado em cana planta (78,85%) que em cana soca (33,3%).

Por outro lado, a utilização da variedade NA-5679 no ensaio III pode também ter contribuído para o baixo parasitismo de *T. galloi*. MICHELETTI (1987), estudando o parasitismo natural de ovos de *D. saccharalis* em diversas variedades de cana-de-açúcar, verificou um parasitismo médio de apenas 17,56% nesta variedade, contra 30,55% na variedade SP 71-799.

Um aspecto que deve ser salientado, é que existe a possibilidade de se melhorar a qualidade de uma linhagem de laboratório, através da sua liberação em cana-de-açúcar e posterior recuperação em ovos de *D. saccharalis* colocados artificialmente nas plantas (3.2.1.1.). Teoricamente, nestas condições de campo, apenas os genótipos mais agressivos da linhagem teriam capacidade de sobreviver, localizar o hospedeiro em seu habitat natural e, conseqüentemente, parasitá-lo mais efetivamente. Testes de agressividade em laboratório conduzidos por BIANCHI *et alii*¹, indicaram que linhagens de *T. galloi* recuperadas em ovos de *D. saccharalis* no campo, parasitaram mais uniformemente este hospedeiro do que as linhagens mantidas unicamente em laboratório, em ovos de *A. kuehniella*.

Quanto à porcentagem de predação sobre os ovos de *D. saccharalis*, verificou-se em Barra Bonita, SP (Tabela 19), que a partir de dois dias após a liberação dos parasitóides, uma média de 45,76% dos ovos já haviam sido predados, atingindo o valor de 64,64% após 5 dias da liberação. Em Piracicaba, SP, verificaram-se taxas de predação após 3 dias da

¹ BIANCHI, V.; PARRA, J.R.P.; REGITANO, S.G.; ZUCCHI, R.A.; LOPES, J.R.S. (Departamento de Entomologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP). Testes de agressividade de linhagens de *Trichogramma* sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) e *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). (Em elaboração).

liberação, de 68,60% no ensaio II (Tabela 20) e de 50,14% no ensaio III (Tabela 21). Estes resultados estão próximos aos obtidos por TÉRAN (1980), que observou uma média anual de 63,64% de predação para as condições do Estado de São Paulo. A menor taxa de predação observada no ensaio III, em relação ao ensaio II, pode ter sido ocasionada pela ocorrência de baixas temperaturas durante o período de execução do ensaio III (Apêndice 4). Entretanto, DEGASPARI *et alii* (1987) não observaram correlação entre o controle natural de ovos de *D. saccharalis* e parâmetros climáticos como temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, em Araras, SP.

Devido à alta predação observada em condições de campo, e considerando-se um maior parasitismo nos 3 primeiros dias de vida das fêmeas de *T. galloi* (4.1.1.2.) (Tabela 7), a coleta das posturas de *D. saccharalis* para a contagem do parasitismo deve ser realizada após 3 dias da liberação do parasitóide.

Tendo em vista que os níveis de predação de ovos de *D. saccharalis* são variáveis em função do estado fenológico da cultura, do tipo de solo e das condições climáticas (PRECETTI¹), sugere-se que pesquisas sejam realizadas no sentido de se determinar locais, épocas do ano e estágios fenológicos da cana-de-açúcar, onde ocorrem os menores índices de predação, para que, evidentemente, as liberações de *Trichogramma* sejam direcionadas para estas condições.

¹ PRECETTI, A.A.C.M. (Centro de Tecnologia da COPERSUCAR, Piracicaba, SP). Comunicação pessoal, 1988.

Tabela 18. Porcentagem de parasitismo de ovos de *D. saccharalis* por diferentes linhagens de *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406 (cana planta), após a liberação* em campo. Barra Bonita, SP (28 de outubro a 04 de novembro de 1987).

Linhagem (Local de origem)	Nº de ovos de <i>D. saccharalis</i> por ha	Dias após a liberação	
		2	5
nº 64 (Barra Bonita, SP)	346.000	19,20 ± 5,26 a**	41,83 ± 9,43 bc
nº 57 (Iracemápolis, SP)	324.000	20,69 ± 8,91 a	57,81 ± 9,66 ab
nº 69 (Iracemápolis, SP)	343.000	22,94 ± 6,54 a	67,58 ± 6,74 a
Testemunha (sem liberação)	358.000	5,95 ± 6,54 b	27,07 ± 8,73 c
$\bar{X}$	342.750	-	-

* Liberação de 400.000 adultos do parasitóide por hectare.

** Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste "t", ao nível de 6,19% de probabilidade.

Tabela 19. Porcentagem de predação de ovos de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406 (cana planta), em teste de liberação em campo, envolvendo diferentes linhagens de *T. galloi*. Barra Bonita, SP (28 de outubro a 04 de novembro de 1988).

Linhagem (Local de origem)	Nº de ovos de <i>D. saccharalis</i> por ha	Dias após a liberação	
		2	5
nº 64 (Barra Bonita, SP)	346.000	40,77 ± 8,14	59,46 ± 11,32
nº 57 (Iracemápolis, SP)	324.000	48,36 ± 10,21	75,85 ± 9,66
nº 69 (Iracemápolis, SP)	343.000	41,87 ± 9,95	71,20 ± 7,54
Testemunha (sem liberação)	358.000	52,02 ± 10,58	52,03 ± 10,85
$\bar{X}$	342.750	45,76	64,64

Tabela 20. Porcentagem de predação de ovos de *D. saccharalis* e parasitismo por diferentes linhagens de *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade SP 71-6163 (cana planta), após três dias de liberação* em campo. Piracicaba, SP (13 a 16 de novembro de 1987).

Linhagem (Local de origem)	Nº de ovos de <i>D. saccharalis</i> por ha	Predação (%)	Parasitismo (%)
nº 57 (Iracemápolis, SP)	71.000	69,06 ± 8,53	51,66 ± 7,78 a**
nº 69 (Iracemápolis, SP)	71.000	67,69 ± 10,12	38,30 ± 13,20 ab
nº 64 (Barra Bonita, SP)	71.000	70,92 ± 9,76	8,65 ± 9,68 c
Testemunha (sem liberação)	60.000	66,72 ± 9,76	16,93 ± 8,10 bc
$\bar{X}$	68.250	68,60	-

* Liberação de 400.000 adultos do parasitóide por hectare.

** Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste "t", ao nível de 7,30% de probabilidade.

Tabela 21. Porcentagem de predação de ovos de *D. saccharalis* e parasitismo por diferentes linhagens de *T. galloi* em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79 (cana soca-5º corte), após 3 dias da liberação* em campo. Piracicaba, SP (28 a 31 de maio de 1988).

Linhagem (Local de origem)	Número de ovos de <i>D. saccharalis</i> por ha	Predação (%)	Parasitismo (%)
nº 57 (Piracicaba, SP)	101.000	43,30	15,50 ± 5,72 a**
nº 65 (Piracicaba, SP)	90.000	49,12	0,39 ± 0,22 b
nº 66 (Piracicaba, SP)	114.000	49,69	0,05 ± 0,55 b
Testemunha (sem liberação)	81.000	58,45	0,0 b
Média	96.500	50,14	-

* Liberação de 400.000 adultos do parasitóide por hectare.

** Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste "t", ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.4. Determinação do número de *T. galloi* a ser liberado por unidade de área

Baseando-se na relação de *T. galloi* (linhagem nº 57) por ovo de *D. saccharalis* determinada em telados (4.2.2.), avaliou-se o seu parasitismo em cana-de-açúcar, nas taxas de 100.000, 200.000 e 400.000 adultos por ha. Pelos resultados obtidos (Tabela 22), verificou-se que o aumento no parasitismo não foi proporcional aos incrementos no número de parasitoides liberados, à semelhança do que se observou nos testes em telados (4.2.2.). Desta forma, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as porcentagens de parasitismo obtidas nas taxas de 200.000 (21,90%) e 400.000 (28,59%) parasitoides por ha (Tabela 22).

Os valores de parasitismo observados no presente experimento (ensaio IV), especialmente para a densidade de 400.000 parasitoides por ha, foram reduzidos em relação aos obtidos nos ensaios I e II de comparação de linhagens de *T. galloi* em cana-de-açúcar (4.3.3.). Entretanto, nestes ensaios foram utilizadas as variedades SP 71-1406 (ensaio I) e SP 71-6163 (ensaio II), ambas no estado fenológico de cana planta com 7 meses de idade, enquanto que a presente pesquisa foi conduzida com a variedade NA 56-79 (cana soca, 5º corte), com 10 meses de idade. Assim, a exemplo do que foi discutido em 4.3.3., para o ensaio III, fatores como a fenologia da cultura e a variedade de cana-de-açúcar, podem ter afetado a eficiência do parasitóide neste experimento.

Também o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar pode afetar o comportamento do *Trichogramma* (KNIPLING, 1979), sendo que para outras culturas já foi observado um menor parasitismo associado com maior

área foliar (FYE & LARSEN, 1969; NEED & BURBUTIS, 1979; BURBUTIS & KOEPKE, 1981). Segundo Doorembos & Kassan (1979)¹, citado por ALFONSI *et alii* (1987), a cana soca tem um ciclo mais rápido que a cana planta, atingindo aos 10 meses o máximo desenvolvimento vegetativo. Assim, no ensaio IV, a presença de uma massa foliar mais compacta pode ter reduzido o parasitismo por *T. galloi*.

Analisando-se os parâmetros climáticos (Apêndice 4) verificou-se que neste experimento (ensaio IV), a umidade relativa foi baixa, não ultrapassando a média de 56%, enquanto que no ensaio II, a umidade relativa média foi superior a 68%. Entretanto, conforme relatado por ALMEIDA & PARRA (1987), umidades inferiores a 80% afetaram o desenvolvimento de *T. galloi* em ovos de *D. saccharalis*, porém, não influenciaram o seu parasitismo. Com relação à temperatura, verificou-se que as mínimas foram inferiores a 13,2°C, o que pode ter reduzido a atividade das fêmeas de *Trichogramma* (BIEVER, 1972; BOLDT, 1974).

Por outro lado, nota-se que os resultados de parasitismo obtidos por diversos autores em função do número de parasitoides liberados, são bastante controversos. Para o controle de *Heliothis* spp. em algodoeiro, liberações de 247.000 *Trichogramma* por ha resultaram em parasitismos variáveis de 24 a 73% (RIDGWAY *et alii*, 1977), enquanto que STINNER *et alii* (1974) observaram uma média de 51% de parasitismo para liberações de até 957.000 parasitoides/ha. HOUSEWEART *et alii* (1984) não encontraram correlação entre o número de *T. minutum* liberado e o parasitismo de ovos de *C. fumiferana* em florestas. No entanto, PAK (1988),

¹ DOOREMBOS, J. & KASSAN, A.H. Yield response to water. Roma, FAO, 1979. 197p. (FAO-Irrigation and Drainage paper, 33).

duplicando a taxa de liberação de 200.000 para 400.000 *Trichogramma* por ha em repolho, elevou o parasitismo de ovos de *M. brassicae* de 23,9 para 52,4%.

Os resultados obtidos indicaram que a melhor taxa de liberação de *T. galloi*, foi a de 200.000 parasitóides por ha. No entanto, para que maiores índices de parasitismo sejam obtidos, torna-se necessário um estudo mais detalhado dos fatores que governam a eficiência deste parasitóide em campo, bem como a seleção de linhagens que sejam mais agressivas dentro das condições existentes na cultura da cana-de-açúcar, nas diferentes épocas do ano.

Tabela 22. Porcentagem de predação de ovos de *D. saccharalis* e do parasitismo** por diferentes números de *T. galloi* (linhagem nº 57) liberados em cana-de-açúcar, variedade NA 56-79 (cana soca, 5º corte). Piracicaba, SP (27 a 30 de agosto de 1988).

Número de adultos liberados (por ha)	Número de ovos de broca/ha	Predação (%)	Parasitismo (%)
400.000	150.000	49,75	28,59 ± 7,59 a*
200.000	144.000	53,16	21,90 ± 7,19 a
100.000	135.000	73,40	6,40 ± 5,21 b
Testemunha	135.000	81,28	0,0 b
Média	144.000	64,40	

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste "t", ao nível de 5% de probabilidade.

** 0 parasitismo foi permitido por 3 dias.

5. CONCLUSÕES

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

- 1) O parasitismo por *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 varia em função da densidade de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794);
- 2) O parasitismo por *T. galloi* é maior no hospedeiro alternativo do que no hospedeiro natural;
- 3) A capacidade de parasitismo de *T. galloi* em ovos de *D. saccharalis* é maior quando mantido constantemente neste hospedeiro, do que quando mantido no hospedeiro alternativo;
- 4) Em ovos de *D. saccharalis*, o parasitismo por *T. galloi* se dá num espaço de tempo mais curto do que em ovos de *A. kuehniella*;

- 5) Para controle de *D. saccharalis*, a liberação dos parasitóides deve ser realizada com indivíduos recém-emergidos;
- 6) A metodologia de contagem de ovos para infestação de campo, baseando-se na colocação de quadriculados sobre as posturas, é válida para estudos com *Trichogramma*;
- 7) Em telados, é obtido um máximo parasitismo liberando-se, em média, 1,6 indivíduos da espécie *T. galloi* por ovo de *D. saccharalis*. A partir deste valor, não existe correspondência entre o número de parasitóides liberados e a porcentagem de ovos parasitados;
- 8) A dinâmica populacional de ovos de *D. saccharalis* é muito mais correlacionada com a fenologia da cana-de-açúcar do que com parâmetros climáticos;
- 9) Em campo, os primeiros ovos de *D. saccharalis* são observados em torno de 40 a 50 dias após o plantio da cana-de-açúcar;
- 10) O pico de oviposição de *D. saccharalis* coincide com a 3ª geração desta praga, que corresponde à idade de 9 a 10 meses da cana-de-açúcar;
- 11) O aumento do parasitismo por *T. galloi* acompanha o crescimento populacional da broca-da-cana;

- 12) O pico do parasitismo natural de *T. galloi* ocorre na 3ª ou 4ª gerações da broca, após o "fechamento" da cana-de-açúcar;
- 13) Existem diferenças de parasitismo por *T. galloi* em função da variedade de cana-de-açúcar estudada;
- 14) O raio de ação de *T. galloi*, 24 horas após a sua liberação em cana-de-açúcar, é de 10m;
- 15) A linhagem nº 57 de *T. galloi* é a mais promissora em condições de campo, com um parasitismo de até 58%;
- 16) A alta predação em campo dificulta a avaliação do parasitismo, a qual deve ser realizada, no máximo, 3 dias após a liberação do parasitóide;
- 17) Baseando-se em testes de telados e de campo, ocorre um bom parasitismo por *T. galloi* a partir de 200.000 parasitóides por ha.
- 18) As liberações de *T. galloi* devem ser realizadas quando se observarem os primeiros ovos de *D. saccharalis* na cultura.

BIBLIOGRAFIA

- ALFONSI, R.R.; PEDRO JUNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B., coord. *Cana-de-açúcar*; cultivo e utilização. Campinas, Fund.Cargill, 1987. v.1, p.42-55.
- ALMEIDA, R.P. & PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e parasitismo de espécies de *Trichogramma* em diferentes UR, criadas em hospedeiros naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11. Campinas, 1987. *Resumo*. Campinas, SEB, 1987. p.253.
- AMAYA NAVARRO, M. Investigación, utilización y resultados obtenidos em diferentes cultivos com el uso de *Trichogramma* em Colombia sur América. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES TRICHOGRAMMES, 1., Antibes, 1982. Paris, INRA, 1982. p.201-7. (Les Colloques de l'INRA, 9).

- ASHLEY, T.R.; GONZALEZ, D.; LEIGH, T.F. Reduction in effectiveness of laboratory reared *Trichogramma*. *Environmental Entomology*, College Park, 2:1069-73, 1973.
- AYQUIPA, A.G.; VALDERRAM, T.A.; SIRLOPU, J.R. The *Trichogramma* sp. parasitism on eggs of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) in Casa Grande. *Entomology Newsletter*, Araras, (9):4, 1980.
- BARBER, G.W. Efficiency of *Trichogramma minutum* Riley in relation to population density of its host. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 29(3):631, 1936.
- BEAN, J.L. A method for estimating the number of spruce budworm eggs per egg mass. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 54:1064, 1961.
- BEGLYAROV, G.A. & SMETNIK, A.I. Seasonal colonization of entomophages in the URSS. In: RIDGWAY, R.L. & VINSON, S.B., ed. *Biological control by augmentation of natural enemies*. New York, Plenum Press, 1977. p.283-328.
- BENNETT, F.D. Current status of biological control of the small moth borers of sugarcane *Diatraea* spp. (Lep.: Pyralidae). *Entomophaga*, Paris, 16(1):111-24, 1971.

- BENOIT, M. & VOEGELÉ, J. Choix de l'hôte et comportement trophique des larves de *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae) en fonction du développement embryonnaire de *Ephestia kuehniella* et *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae). *Entomophaga*, Paris, 24:199-207, 1979.
- BERGAMIN, J. A broca da cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 32(5):72-6, 1948.
- BERGAMIN, J. A broca da cana-de-açúcar [*Diatraea saccharalis* (F.)]; ligeiras notas sobre seu desenvolvimento em laboratório. In: LIMA, A.C. *Insetos do Brasil*; lepidoptera s.l., Escola Nacional de Agronomia, 1949. v.6, pt.2, p.61-76.
- BIEVER, K.D. Effect of temperature on the rate of search by *Trichogramma* and its potential application in field releases. *Environmental Entomology*, College Park, 1:194-7, 1972.
- BIGLER, F.; MEYER, A.; BOSSHART, S. Quality assessment in *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé reared from eggs of the factitious hosts *Ephestia kuehniella* Zell. and *Sitotroga cerealella* (Olivier). *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 104:340-53, 1987.
- BLEICHER, E. Biologia e exigências térmicas de populações de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae). Piracicaba, 1985. 80p. (Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- BOLDT, P.E. Temperature, humidity, and host: effect on rate of search of *Trichogramma evanescens* and *T. minutum* auctt (not Riley, 1871). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 67:706.8, 1974.
- BOTELHO, P.S.M. Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae). Piracicaba, 1985. 110p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BOTELHO, P.S.M.; MENDES, A.D.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Influences of climatic factors on the population fluctuations of the sugar cane moth borer, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Crambidae). In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., São Paulo, 1977. *Proceedings*. São Paulo, ISSCT, 1978. v.1, p.643-55.
- BOWEN, W.R. & STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semi-fumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 59(4):823-34, 1966.
- BRENIÈRE, J. Les Trichogrammes, parasites de *Proceras sacchariphagus* Boj. borer de la canne à sucre à Madagascar. I. Écologie de *Trichogramma australicum* Gir., parasite autochtone. Effet du renforcement de la population parasite. *Entomophaga*, Paris 10(1):83-96, 1965.

- BROWNING, H.W. & MELTON, C.W. Indigenous and exotic trichogramatids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) evaluated for biological control of *Eoreuma loftini* and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) borers on sugarcane. *Environmental Entomology*, College Park, 16(2):360-4, 1987.
- BURBUTIS, P.P. & KOEPKE, C.H. European corn borer control in peppers by *Trichogramma nubilale*. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 74:246-7, 1981.
- BURBUTIS, P.P.; MORSE, B.W.; MORRIS, D.; BENZON, G. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae): progeny distribution and superparasitism in European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Environmental Entomology*, College Park, 12(5):1587-9, 1983.
- BURRELL, R.W. & McCORMICK, W.J. Effect of *Trichogramma* releases on parasitism of sugarcane borer eggs. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 55(6):880-2, 1962.
- 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 EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988a. p.165-72. (Les Colloques de l'INRA, 43).

- CABELLO, T. & VARGAS, P. The effect of temperature on the bionomics of *Trichogramma cordubensis* (Hym.: Trichogrammatidae). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988b. p.155-64. (Les Colloques de l'INRA, 43).
- CALVIN, D.D.; KNAPP, M.C.; WELCH, S.M.; POSTON, F.L.; ELZINGA, R.J. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on Southwestern corn borer eggs. *Environmental Entomology*, College Park, 13(3):774-80, 1984.
- CLEARE, L.D. A method for the rearing of egg parasites of the sugarcane moth borer. *Bulletin of Entomological Research*, Farnham Royal, 19: 31-8, 1928.
- CUEVA, C.M. Effectividad de las liberaciones masivas de *Trichogramma fasciatum* sobre uestos de *Diatraea saccharalis* (F.) en caña de azúcar. México, GEPLACEA, 1977. p.113-9. (Boletim, 7).
- CUEVA, C.M. Estudio preliminar de las poblaciones de uestos de *Diatraea saccharalis* (F.) y sus parasitos naturales en la caña de azúcar. *Revista Peruana de Entomologia*, Lima, 22(1):25-8, 1979.
- CUEVA, C.M. *Diatraea saccharalis* (Fabr.) y sus factors bioticos de mortalidad natural durante el periodo vegetativo de la caña de azúcar. *Revista Peruana de Entomologia*, Lima, 23(1):77-81, 1980.

- DE BACH, P. & BARTLETT, B.R. Methods of colonization, recovery and evaluation. In: DE BACH, P., ed. *Biological control of insect pests and weeds*. New York, Reinhold, 1964. p.402-28.
- X
DEGASPARI, N.; MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M.; ARAÚJO, J.R.; ALMEIDA, L.C.de. Predators and parasites of eggs of *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). *Entomology Newsletter*, Araras, (15):12, 1983.
- DEGASPARI, N.; MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M.; ARAÚJO, J.R.; ALMEIDA, L.C. de. Predadores e parasitos de ovos da *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 22:785-92, ago. 1987.
- DOUTT, R.L. The biology of parasitic hymenoptera. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, 4:161-82, 1959.
- EL-SHERIF, A.F.H.; KIRA, M.T.; AMIN, M.H. Dispersal of *Trichogramma evanescens* in sugarcane fields. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., São Paulo, 1977. *Proceedings*. São Paulo, ISSCT, 1978. v.1, p.787-95.
- FLANDERS, S.E. Biological control of the codling moth (*Carpocapsa pomonella*). *Journal of Economic Entomology*, College Park, 20:644, 1927.
- FUCHS, T.W. & HARDING, J.A. Oviposition patterns, egg parasitism and spring emergence of the sugar cane borer, *Diatraea saccharalis*. *Environmental Entomology*, College Park, 7(4):601-4, 1978.

- FULLER, B.W. & REAGAN, T.E. Comparative predation of the sugar cane borer, (Lepidoptera: Pyralidae) on sweet sorghum and sugarcane. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 81(2):713-7, 1988.
- FYE, R.E. & LARSEN, D.J. Preliminary evaluation of *Trichogramma minutum* as a released regulation of lepidopterous pests of cotton. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 62:1291-6, 1969.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, Agronômica Ceres, 1978. 551p.
- GALLO, D.; SILVEIRA NETO, S.; WIENDL, F.M.; PARANHOS, S.B. Influência da armadilha luminosa na população da broca da cana-de-açúcar. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 19(2):307, 1967.
- GUEVARA, L.A.C. Aspectos da biologia em condições naturais e frequência de acasalamento da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) a broca da cana-de-açúcar. Piracicaba, 1976. 70p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- GUSEV, G.V. & LEBEDEV, G.I. Present state of *Trichogramma* application and research. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.477-81. (Les Colloques de l'INRA, 43).

- HASSAN, S.A. Mass-production and utilization of *Trichogramma*. 3. Results of some research projects related to the practical use in the Federal Republic of Germany. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES TRICHOGRAMMES, 1., Antibes, 1982. Paris, INRA, 1982. p.213-8. (Les Colloques de l'INRA, 9).
- HASSAN, S.A. Choice of the suitable *Trichogramma* species to control the european corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. and the cotton bollworm *Heliothis armigera* Hbn. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.197-8. (Les Colloques de l'INRA, 43).
- HASSEL, M.P. Patterns of parasitism by insect parasitoids in patchy environments. *Ecological Entomology*, Oxford, 7:365-77, 1982.
- HENDRICKS, D.E. Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 60(5):1367-71, 1967.
- HENSLEY, S.D. & HAMMOND, A.H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 61(6):1742-3, 1968.
- HEYDE, J. von der; HARRIES, V.; BIGLER, F.; CROUZET, B. Inundative release of the egg parasite *Trichogramma maidis* by means of cardboard capsules for control of *Ostrinia nubilalis*. In: TRICHOGRAMMA egg parasite; technical data sheet. Limburgerhof, BASF, 1988. p.1-7. (BAS 9086 01).

- HINDS, W.E. & OSTERBERGER, B.A. Results of *Trichogramma* colonization on sugar cane borer damage in Louisiana in 1931. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 25:57-64, 1932.
- HINDS, W.E. & SPENCER, H. Utilization of *Trichogramma minutum* for control of sugar cane borer. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 21:273-9, 1928.
- HINDS, W.E. & SPENCER, H. *Trichogramma* experiments in 1928 for control of the sugar cane borer. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 22(4):633-6, 1929.
- HINDS, W.E. & SPENCER, H. Progress in the utilization of *Trichogramma minutum* in cane borer controls in Louisiana during 1929. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 23:121-7, 1930.
- HIRAI, K. The parasitism of *Trichogramma chilonis* T. on eggs of the soybean pod borer *Leguminivora glycinivorella* M. in soybean fields of Northern Japan. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.489-97. (Les Colloques de l'INRA, 43).
- HOHMANN, C.L.; LUCK, R.F.; OATMAN, E.R.; PLATNER, G.R. Effects of hosts availability on the reproduction of *Trichogramma platnery* Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Itabuna, 17(1):197-207, 1988.

- HOUSEWEART, H.W.; JENNINGS, D.T.; LAWRENCE, R.K. Field releases of *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for suppression of epidemic spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae), egg populations in Maine. *Canadian Entomologist*, Ottawa, 116:1357-66, 1984.
- HUFFAKER, C.B. Augmentation of natural enemies in the People's Republic of China. In: RIDGWAY, R.L. & VINSON, S.B., ed. *Biological control by augmentation of natural enemies*. New York, Plenum Press, 1977. p.329-40.
- JAYNES, H.A. & BYNUM, E.K. Experiments with *Trichogramma minutum* Riley as a control of the sugar cane borer in Louisiana. Washington, USDA, 1941, 42p. (USDA. Technical bulletin, 743).
- JULIANO, S.A. Influence of host age on host acceptability and suitability for a species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) attacking aquatic diptera. *Canadian Entomologist*, Ottawa, 114:713-20, 1982.
- KANOUR JUNIOR, W.W. & BURBUTIS, P.P. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in corn and hypothetical model for control of european corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, College Park, 77(1):103-7, 1984.
- KELLER, M.A.; LEWIS, W.J.; STINNER, R.E. Biological and practical significance of movement by *Trichogramma* species: a review. *Southwestern Entomologist*, College Station, (supl. 8):138-55, 1985.

- KFIR, R. Effect of hosts and parasite density on the egg parasite *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Entomophaga*, Paris, 26:445-52, 1981.
- KLOMP, H.; TEERINK, B.J.; CHUMMA, W. Discrimination between parasitized and unparasitized hosts in the egg parasite *Trichogramma embryophagum* (Hym: Trichogrammatidae); a matter of learning and forgetting. *Netherlands Journal of Zoology*, Leiden, 30(2):254-77, 1980.
- KNIPLING, E.F. The theoretical basic for augmentation of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L. & S.B.VINSON, ed. *Biological control by augmentation of natural enemies*. New York, Plenum Press, 1977. p.79-123.
- KNIPLING, E.F. Insect population suppression by augmenting the number of parasites and predators in crop ecosystems. In: THE BASIC principles of insect population suppression and management. Washington, USDA, 1979. p.135-97. (Agriculture handbook, 512).
- KOT, J. Experiments in the biology and ecology of species of the genus *Trichogramma* Westw. and their use in plant protection. *Ekologia Polska*, Warsaw, 12:243-303, 1964.
- KREBS, J.R. & McCLEERY, R.H. Optimization in behavioural ecology. In: KREBS, J.R. & DAVIES, N.B., eds. *Behavioural ecology; an evolutionary approach*. Oxford, Blackwell Scientific, 1984. p.91-121.

- LAWRENCE, R.K.; HOUSEWEART, M.W.; JENNINGS, D.T.; SOUTHARD, S.G.; HALTEMAN, W.A. Development rates of *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and implications for timing augmentative releases for suppression of egg populations of *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Canadian Entomologist*, Ottawa, 117:557-63, 1985.
- LEONARD, D.E.; SIMMONS, G.A.; VAN DERWERKER, G.K. Spruce budworm, techniques to improve counting of eggs. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 66(4):992, 1973.
- LEWIS, W.J.; JONES, R.L.; NORDLUND, D.A.; GROSS Jr., H.R. Kairomoners and their use for management of entomophagous insects. II. Mechanisms causing increase in rate of parasitization by *Trichogramma* spp. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 1(3):349-60, 1975.
- LEWIS, W.J.; NORDLUND, D.A.; GROSS Jr., 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*, College Park, 5(3):449-52. 1976.
- LEWIS, W.J. & REDLINGER, L.M. Suitability of eggs of the almond moth, *Cadra cautella* of various ages for parasitism by *Trichogramma evanescens*. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 62:1482-4, 1969.

- LOPES, J.J.C.; DEGASPARI, N.; BOTELHO, P.S.M.; LEME, J.R.A.; FERRARI, S.E. ALMEIDA, L.C.de. Efeito do complexo broca/podridão na fermentação alcoólica de caldo de cana-de-açúcar. *STAB. Açúcar, Alcool e Subprodutos*, Piracicaba, 1:40-4, 1983.
- LOPES, J.R.S.; PARRA, J.R.P.; JUSTI Jr., J. Influência do armazenamento e estágio embrionário de diferentes hospedeiros no parasitismo por trichogramatídeos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. Campinas, SEB, 1987. p.256.
- LOPEZ Jr., J.D. & MORRISON, R.K. Effects of high temperatures on *Trichogramma pretiosum* programmed for field release. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 73:667-70, 1980.
- MACEDO, N. & BOTELHO, P.S.M. Ten years of biological control of *Diatraea saccharalis* by *Apanteles flavipes* in São Paulo state (Brazil). In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 19., Jakarta, 1986. *Proceedings*. Jakarta, ISSCT, 1987. v.1, p.551-62.
- MACEDO, N. & BOTELHO, P.S.M. Controle integrado da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae). *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 106(2):2-14, 1988.
- X MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M.; MENDES, A.C. Ação de parasitos e predadores sobre a viabilidade de ovos de *Diatraea saccharalis* (F., 1794), correlacionadas com parâmetros climáticos em Araras, SP. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 5., Ilhus, 1978. Conferncias. Campinas, SEB, 1978. n.p.
- MAGRINI, E.A. Estudo comparativo entre substratos para oviposio de *Diatraea saccharalis* e posterior parasitismo por *Trichogramma* sp. *Brasil Agucareiro*, Rio de Janeiro, 106(2):15-7, 1988.
- MAINI, S.; BURCHI, C.; GATTAVECCHIA, C.; CELLI, G.; VOEGEL, J. *Trichogramma maidis* Pint. Voeg. in Northern Italy: augmentative releases against *Ostrinia nubilalis* (Hb.). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.515-7. (Les Colloques de l'INRA, 43).
- MARSTON, N. & ERTLE, L.R. Host age and parasitism by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 62:1476-81, 1969.
- MEENAKANIT, L.; SAMPETH, T.; DISTHAPORN, S. Field trials of *Trichogramma chilostraeae* used to control *Chilo infuscatellus*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.499-500. (Les Colloques de l'INRA, 43).
- MELLINI, E. Importanza dell'et dell' uovo, al momento della parassitizzazione, per la biologia degli imenotteri oofagi. *Bolletino dell' Istituto di Entomologia "Guido Grandi" della Univesit de Bologna*, Bologna, 41:1-21, 1986.

- MÉLO, A.B.P.de. Biologia de *D. saccharalis* (Fabricius, 1794). (Lepidoptera-Pyralidae) em diferentes temperaturas para determinação das exigências térmicas. Piracicaba, 1984. 101p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MENDES, A.C. Influência dos elementos climáticos sobre a população da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr.), e da cigarrinha da raiz, *Mahanarva fimbriolata* (Stal.). Araras, São Paulo. Piracicaba, 1976. 104p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- METCALFE, J.R. Review of the methods of estimation of damage due to moth borer (*Diatraea saccharalis*) in Barbados with special reference to the *Trichogramma* campaign. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGIST, 11., Mauritius, 1962. *Proceedings*. Amsterdam, Elsevier, 1963. p.589-94.
- METCALFE, J.R. & BRENIÈRE, J. Egg parasites (*Trichogramma* spp.) for control of sugar cane moth borers. In: WILLIAMS, J.R.; METCALFE, J.R. MUNDOMERY, R.W.; MATHES, R., ed. *Pest of sugar cane*. New York, Elsevier, 1969. p.81-115.
- METCALFE, J.R. & VAN WHERVIN, L.W. Studies on mass liberations and natural population of the egg parasites of borer, *Diatraea saccharalis* (F.), in Barbados. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12., San Juan, 1965. *Proceedings*. Amsterdam, Elsevier, 1967. p.1420-34.

- X
MICHELETTI, S.M.F.B. Distribuição espacial e temporal de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae) e seu parasitismo por *Trichogramma* sp. (Hym., Trichogrammatidae). Piracicaba, 1987. 95p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MING-FANG, G. New method of *Trichogramma* utilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.469-76. (Les Colloques de l'INRA, 43).
- MORAES, G.W.G.de; BRUN, P.G.; SOARES, L.A. Insetos x insetos - nova alternativa para o controle de pragas. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, 1(6): 70-7, 1983.
- MORRISON, R.K.; JONES, S.L.; LOPEZ, J.D. A unified system for the production and preparation of *Trichogramma pretiosum* for field releases. *Southwestern Entomologist*, College Station, 3:62-8, 1978.
- MOUTIA, L.A. & COURTOIS, C.M. Parasites of mothborers of sugar-cane in Mauritius. *Bulletin of Entomological Research*, London, 43:325-59, 1952.
- NAGARKATTI, S. & NAGARAJA, H. Experimental comparison of laboratory reared vs wild-type *Trichogramma confusum* (Hym.: Trichogrammatidae). I. Fertility, fecundity and longevity. *Entomophaga*, Paris, 23(2):129-36, 1978.

- NAVARAJAN, A.V. Influence of host age on parasitism by *Trichogramma australicum* Gir. and *T. japonicum* Ashm. (Trichogrammatidae: Hymenoptera). *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 87:277-81. 1979.
- NAVARAJAN, A.V.; DASS, R.; PARSHAD, B. Influence of different host on parasitism by *Trichogramma chilonis* Ishii and *T. exiguum* Pinto and Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 92:160-4, 1981.
- NEED, J.T. & BURBUTIS, P.P. Searching efficiency of *Trichogramma nubilale*. *Environmental Entomology*, College Park, 8(2):224-7. 1979.
- NEUFFER, G. The use of *Trichogramma evanescens* Westw. in sweetcorn fields. A contribution to the biological control of the european corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. in south west Germany. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES TRICHOGRAMMES, 1., Antibes, 1982. Paris, INRA, 1982. p.231-37. (Les Colloques de l'INRA, 9).
- ORPHANIDES, G.M. & GONZALEZ, D. Fertility and life table studies with *Trichogramma pretiosum* and *T. retortum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 64(4):824-34, 1971.
- PAK, G.A. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp.: a review of the literature on host-age selection. *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 101:55-64, 1986.

- PAK, G.A. Selection of *Trichogramma* for inundative biological control; a study of behavioural variations among strains and species of an egg-parasite genus. Wageningen, 1988. 224p. (Doctor - Landbouwniversiteit the Wageningen).
- PAK, G.A. & OATMAN, E.R. Biology of *Trichogramma brevicapillum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, 32:61-7, 1982.
- PAK, G.A. & VAN LENTEREN, J.C. Criteria and methods for the pre-release evaluation of different *Trichogramma* spp. strain. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.433-42. (Les Colloques de l'INRA, 43).
- PAN, Y.C. & LIN, G.T. The biological control of sugar cane borers in Gula Perak plantation, Malaysia. *Malaysian Agriculture Journal*, Kuala Lumpur, 52(2):129-34, 1979.
- PARKER, F.D. Seasonal mortality and survival of *Pieris rapae* in Missouri and the effects of introducing an egg parasite, *Trichogramma evanescens*. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 63:985-94, 1970.
- PARKER, F.D. & PINNELL, R.E. Effectiveness of *Trichogramma* spp. in parasitizing eggs of *Pieris rapae* and *Trichoplusia ni* in the laboratory. *Environmental Entomology*, College Park, 3:935-8, 1974.

- PARKER, F.D.; LAWSON, F.R.; PINNELL, R.E. Suppression of *Pieris rapae* using a new control system: mass releases of both the pest and its parasites. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 61(3):721-35, 1971.
- PARRA, J.R.P. Biologia dos Insetos. Piracicaba, ESALQ/USP, 383p. 1979. (mimeografado).
- PARRA, J.R.P. & ZUCCHI, R.A. Uso de *Trichogramma* no controle de pragas. In: NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A., org. "Atualização sobre os métodos de controle de pragas". Piracicaba, FEALQ, 1986. p.54-75.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INSECTS, 1., Rio de Janeiro, 1987a. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 82(Supl.3):153-60, 1987.
- PARRA, J.R.P.; ESTEVAM, R.C.; BOTELHO, P.S.M.; AGUIAR, J.A.D. Respiratory metabolism of *Diatraea saccharalis*. Sugarcane: The International Journal of Cane Agriculture, High Wycombe, Apr./June, 1988. p.19-23. Suplemento.
- PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção de *Trichogramma*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987b. *Resumos*. Campinas, SEB, 1987. p.39.

- PARRA, J.R.P.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A.; AGUIAR, J.A.D. Distribuição espacial e temporal de ovos de *Diatraea saccharalis* (F., 1794), visando seu controle através de *Trichogramma*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., Campinas, 1985. *Resumo*. Campinas, UNICAMP, 1985. p.96-7.
- PENA, J.E. & WADDILL, V. Larval and egg parasitism of *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) (Lepidoptera: Gelechiidae) in southern Florida tomato fields. *Environmental Entomology*, College Park, 12:1322-6, 1983.
- POLLACK, V.M. Aspectos biológicos de *Trichogramma* em Paramonga. *Revista Peruana de Entomologia*, Lima, 18:59-64, 1975.
- PRECETTI, A.A.C.M.; TERÁN, F.O.; SANCHEZ, A.G. Alterações nas características tecnológicas de algumas variedades de cana-de-açúcar, devidas ao dano da broca *Diatraea saccharalis*. Boletim Técnico da Copersucar, São Paulo, 40:3-8, 1988.
- PUTERKA, G.J.; SLOSSER, J.E.; PRINCE, J.R. Parasites of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). parasitism and seasonal occurrence for host crops in Texas Rolling Plains. *Environmental Entomology*, College Park, 14:441-6, 1985.
- RIDGWAY, R.L.; KING, E.G.; CARRILLO, J.L. Augmentation of natural enemies for control of plant pests in the Western Hemisphere. In: RIDGWAY, R.L. & S.B.VINSON, ed. *Biological control by augmentation of natural enemies*. New York, Plenum Press, 1977. p.379-416.

- RISCO, S.H. Possibilidades de *Trichogramma minutum* Riley, en el control biológico del borer de la caña de azúcar. *Revista Peruana de Entomología Agrícola*, Lima, 4(1):8-11, 1961.
- RUSSO, J. & VOEGELÉ, J. Influence de la temperature sur quatre espèces de trichogrammes (Hym., Trichogrammatidae) parasites de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae). II. Reproduction et survie. *Agronomie*, Paris, 2(6):517-24, 1982.
- SCHMIDT, G.T. The effect of host development on parasitism and mortality of two pests attacked by *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomology Society of America*, Columbus, 63:1319-22, 1970.
- 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*, Dordrecht, 39:213-21, 1985.
- SCHREAD, J.C. Behavior of *Trichogramma* in field liberations. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 25:370-74, 1932.
- SHAOTANG,;H. ZHIGU, W.; WEI, J.; YUN, Z. Studies on the strains of *Trichogramma chilonis* Ishii in the middle area of Shaanxi Province. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.45-55. (Les Colloques de l'INRA, 43).

- SHEN-ZENG, Z. Advance in extension of *Trichogramma* utilization in Guangdong Province of China. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.633-39. (Les Colloques de l'INRA, 43).
- SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; PARANHOS, S.B. Flutuação populacional de pragas da cana-de-açúcar em Piracicaba. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA, 1., Piracicaba, 1968. p.26-7.
- SMITH, S.M. & HUBBES, M. Strains of the egg parasitoid *Trichogramma minutum* Riley. II. Utilization for release against the spruce budworm. *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 102:81-93, 1986.
- SMITH, S.H.; HUBBES, M.; CARROW, J.R. Factors affecting inundative releases of *Trichogramma minutum* against the spruce budworm. *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 101:29-38, 1986.
- SMYTH, E.G. *Trichogramma* proves itself in sugar cane borer control. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 6., Botton Rouge, 1938. Botton Rouge, ISSCT, 1939. p.367-77.
- STEIN, C.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para estudos de *Trichogramma*. Piracicaba, 1985. 89p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- STEIN, C.P. & PARRA, J.R.P. Aspectos biológicos de *Trichogramma* sp. em diferentes hospedeiros. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Porto Alegre, 16(1):163-71, 1987.
- STERN, V.M. & BOWEN, W. Ecological studies of *Trichogramma semifumatum*, with notes on *Apanteles medicaginis*, and their suppression of *Colias eurytheme* in Southern California. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 56:358-72, 1963.
- STERN, V.M.; SCHLINGER, E.I.; BOWEN, W.R. Dispersal studies of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tagged with radioactive phosphorous. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 58:234-40, 1965.
- STINNER, R.E.; RIDGWAY, R.L.; COPPEDGE, J.R.; MORRISON, R.K.; DICKERSON Jr., W.A. Parasitism of *Heliothis* eggs after field releases of *Trichogramma pretiosum*, in cotton. *Environmental Entomology*, College Park, 3:497-500, 1974.
- SUBBA RAO, B.R. & SHARMA, A.K. The utilization of *Trichogramma* spp. in the biological control of sugarcane borers; a review and some suggestions for future lines of work. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 13., Taiwan, 1968. *Proceedings*. Amsterdam, Elsevier, 1969. p.1342-7.

- TAYLOR, T.A. & STERN, V.M. Host-preference studies with the egg parasites *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 64:1381-90, 1971.
- TERÁN, F.O. Dinâmica populacional de adultos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) em canaviais do Estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Itabuna, 8(1):3-17, 1979.
- X
TERÁN, F.O. Natural control of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) eggs in sugarcane fields of São Paulo. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 17., Philippines, 1980. Manila, ISSCT, 1980. v.2, p.1704-14.
- TSENG, H. Liberation of *Trichogramma australicum* for the control of sugar cane borers. *Taiwan Sugar*, Taipei, 22(4):133-4, 1975.
- TUCKER, R.W.E. Rate of egg deposition of *Diatraea saccharalis* and extent of larval mortality in canefields and their relation to control of *Diatraea* by *Trichogramma*. *Agricultural Journal*, Barbados, 2(4):33-52, 1933.
- VAN ALEBEEK, F.A.N.; PAK, G.A.; HASSAN, S.A.; VAN LENTEREN, J.C. Experimental releases of *Trichogramma* spp. against lepidopteran pests in a cabbage field crop in the Netherlands in 1985. *Med. Fac. Landbouwn. Rijksuniv. Gent*, 51/3a:1017-28, 1986.

- VAN DEN BERG, M.A.; NEWTON, P.J.; DEACON, V.E.; CRAUSE, C. Dispersal of *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an egg parasitoid of the false codling moth, *Cryptophebia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae), in an empty habitat. *Phytophylactica*, Pretoria, 19:515-6, 1987.
- VAN DIJKEN, M.J.; KOLE, M.; VAN LENTEREN, J.C.; BRAND, A.M. Host-preference studies with *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym. Trichogrammatidae) for *Mamestra brassicae*, *Pieris brassicae* and *Pieris rapae*. *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 101:64-85, 1986.
- VARADHARAJAN, G. Studies on the utilization of *Trichogramma australicum* Gr. for the control of sugar cane internode borer. *Madras Agricultural Journal*, Coimbatore, 63(8):569-70, 1976.
- VARADHARAJAN, G. Timing the release of *Trichogramma australicum* Gir. for effective control of sugarcane internode borer, *Chilo sacchariphagus Indicus* (Kapur). In: SITHANANTHAN, S. & SOLAYAPPAN, R.A. *Biological control of sugar cane pests in India*. Madras, s.ed., 1980. p.39-42.
- VOEGELÉ, J. Utilisation des *Trichogrammes*. Paris, INRA, 1978. p.447-52. (Station de Zoologie et de lutte biologique, 14-AGRO-436).
- VOEGELÉ, J. Reflections upon the last ten years of research concerning *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.17-29. (Les Colloques de l'INRA, 43).

- WALDER, J.M.M. Estudo da população da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) em quatro regiões canavieiras do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1976. 111p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).
- WILSON, J.W. Biological control of *Diatraea saccharalis* in the Florida Everglades during '40 and '41. *Florida Entomologist*, Winter Haven, 24:52-7, 1941.
- WITZ, J.A.; HARTSACK, A.W.; KING, E.G.; DICKERSON, W.A.; PHILLIPS, J.R. Monitoring and prediction of *Heliothis* spp. *Southwestern Entomologist*, College Station, 8:56-70, 1985. Supplement.
- WOLCOTT, G.N. & MARTORELL, F.L. Las posibilidades de combatis el barreno de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* F., en Puerto Rico llevando a los cañaverales los parasitos *Trichogramma minutum* Riley criados en laboratorio. *Boletín da Estacion Experimental Agrícola*, Rio Piedras, n. 64, 1943. 16p.
- YU, D.S.K.; HAGLEY, E.A.C.; LAING, J.E. Biology of *Trichogramma minutum* Riley collected from apples in Southern Ontario. *Environmental Entomology*, College Park, 13(5):1324-9, 1984.
- ZUCCHI, R.A. Taxonomia de espécies de *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) associados a algumas pragas (Lepidoptera) no Brasil. Piracicaba, 1985. 77p. (Livre Docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).

APÊNDICES

Apêndice 1. Dieta artificial de HENSLEY & HAMMOND (1968) modificada para criação de *D. saccharalis*.

Ingredientes	Quantidades
Ácido ascórbico	5g
Açúcar	135g
Sais de Wesson	10g
Metil parahidroxibenzoato (Nipagin)	4,5g
Germe de trigo	80g
Farelo de soja	105g
Cloreto de colina	01g
Acromicina	0,5ml
Complexo vitamínico	01ml
Solução vitamínica*	30ml
Formaldeído (37,2%)	02ml
Ágar	30g

* Composição da mistura vitamínica (PARRA, 1979); niacinamida: 1,0g; pantotenato de cálcio; 1,0g; tiamina: 0,5g; piridoxina: 0,25g; ácido fólico: 0,10g; biotina: 0,02g; vitamina B₁₂ (1000mg/cc): 20 ml.

Apêndice 2. Análises de regressão linear entre o número total de ovos de *D. saccharalis* e parâmetros climáticos em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406, em Barra Bonita, SP (Fazenda São Miguel). Março a dezembro de 1986.

Dados meteorológicos	Parâmetros climáticos	R ²	F
Tomados na	Tm ^{ax} , Tm ⁱⁿ , Pp	0,02	ns
mesma semana	Tm ^{ed} , Pp	0,01	ns
da coleta	Tm ^{ed}	0,00	ns
	Pp	0,01	ns
Tomados na	Tm ^{ax} , Tm ⁱⁿ , Pp	0,06	ns
semana anterior	Tm ^{ed} .Pp	0,03	ns
à coleta	Tm ^{ed}	0,09	ns
	Pp	0,02	ns
Tomados duas	Tm ^{ax} , Tm ⁱⁿ , Pp	0,08	ns
semanas anteriores	Tm ^{ed} , Pp	0,00	ns
à coleta	Tm ^{ed}	0,00	ns
	Pp	0,00	ns

Tmⁱⁿ: Temperatura mínima (°C); Tm^{ax}.: Temperatura máxima (°C); Tm^{ed}.: Temperatura média (°C); Pp: Precipitação pluviométrica (mm).

ns: não significativo.

Apêndice 3. Análise de regressão linear entre o número de ovos parasitados por *T. galloi* e parâmetros climáticos em cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406, em Barra Bonita, SP (Fazenda São Miguel). Março a dezembro de 1986.

Dados meteorológicos	Parâmetros climáticos	R ²	F
Tomados na mesma semana da coleta	Tm ^{ax} , Tm ⁱⁿ , Pp	0,02	ns
	Tm ^{ed} , Pp	0,02	ns
	Tm ^{ed}	0,02	ns
	Pp	0,01	ns
Tomados na semana anterior à coleta	Tm ^{ax} , Tm ⁱⁿ , Pp	0,09	ns
	Tm ^{ed} , Pp	0,06	ns
	Tm ^{ed}	0,05	ns
	Pp	0,01	ns
Tomados duas semanas anteriores à coleta	Tm ^{ax} , Tm ⁱⁿ , Pp	0,07	ns
	Tm ^{ed} , Pp	0,01	ns
	Tm ^{ed}	0,01	ns
	Pp	0,00	ns

Tmⁱⁿ.: Temperatura mínima (°C); Tm^{ax}.: Temperatura máxima (°C); Tm^{ed}.: Temperatura média (°C); Pp: Precipitação pluviométrica (mm)

ns: não significativo

Apêndice 4. Parâmetros climáticos observados durante os ensaios de liberação de *T. galloi* em condições de campo, em Barra Bonita e Piracicaba, SP (1987/1988).

Nº do ensaio (local)	Data	Temperatura (°C)			UR (%)	Precipitação pluvial (mm)
		Máx.	Mín.	Média	Média	total
I (Barra Bonita*)	28/10/87	32,5	18,5	25,5	69,0	24,0
	29/10/87	31,5	18,0	24,8	85,0	10,0
	30/10/87	29,5	15,5	22,5	73,0	0
	31/10/87	31,5	16,0	23,8	64,0	0
	01/11/87	32,5	15,0	23,8	50,0	0
	02/11/87	32,0	15,5	23,8	59,0	0
II (Piracicaba**)	13/11/87	31,6	17,4	24,5	68,0	0
	14/11/87	23,8	19,4	21,6	87,5	28,8
	15/11/87	23,8	19,6	21,7	86,5	25,4
	16/11/87	29,2	19,6	24,4	72,5	24,4
III (Piracicaba**)	28/05/88	23,6	11,2	17,4	74,0	0
	29/05/88	23,6	14,2	18,9	82,0	2,8
	30/05/88	20,0	14,0	17,0	79,5	0,4
	31/05/88	18,2	12,8	15,5	69,0	0
IV (Piracicaba**)	27/08/88	32,2	12,0	22,1	56,0	0
	28/08/88	34,0	12,0	23,0	44,0	0
	29/08/88	33,2	13,2	23,2	42,0	0
	30/08/88	32,8	13,0	22,9	44,0	0

* Posto meteorológico da Usina da Barra, em Barra Bonita, SP.

** Posto meteorológico do Centro de Tecnologia da COPERSUCAR, Piracicaba, SP.