

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL

DISPERSÃO DO PARASITÓIDE DE OVOS *Telenomus remus*  
NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) E SUA INTERAÇÃO  
COM ALGUMAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM  
AGROECOSSISTEMAS DE ALGODOEIRO (*Gossypium*  
*hirsutum* L.)

Cherre Sade Bezerra da Silva

Biólogo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL

DISPERSÃO DO PARASITÓIDE DE OVOS *Telenomus remus*  
NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) E SUA INTERAÇÃO  
COM ALGUMAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM  
AGROECOSSISTEMAS DE ALGODOEIRO (*Gossypium*  
*hirsutum* L.)

Cherre Sade Bezerra da Silva

Orientador: Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2007

Silva, Cherre Sade Bezerra da  
S586d Dispersão do parasitóide de ovos *Telenomus remus*  
(Hymenoptera: Scelionidae) e sua interação com algumas variáveis  
ambientais em agroecossistemas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*  
L.) / Cherre Sade Bezerra da Silva. -- Jaboticabal, 2007  
x, 139 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007

Orientador: Odair Aparecido Fernandes

Banca examinadora: Flávia Rabelo Barbosa Moreira, Carlos  
Frederico Wilcken

Bibliografia

1. Controle biológico. 2. Movimento horizontal. 3. Orientação de  
vôo. 4. *Spodoptera* spp. 5. Vento. 6. Temperatura. I. Título. II.  
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.79:633.51

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da  
Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de  
Jaboticabal.

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**CHERRE SADE BEZERRA DA SILVA** – nascido em 19 de janeiro de 1983, na cidade de Brejo Santo-CE, local aonde nunca chegou a morar, uma vez que mesmo antes de ter nascido, seus pais já residiam na cidade de Petrolina-PE; mas pela qual nutre notável afeto por lá ter vivido inesquecíveis momentos entre avós, tios e primos. Em 2000, ingressou nos cursos de *Informática*, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco - CEFET-PE; e *Licenciatura Plena em Ciências – Habilitação em Biologia*, na Faculdade de Formação de Professores de Petrolina/Universidade de Pernambuco – FFPP/UPE; graduando-se em fevereiro de 2002 e julho de 2004, respectivamente. No segundo ano da graduação iniciou estágio no *Laboratório de Entomologia da Embrapa Semi-Árido*, aonde descobriu o mundo da pesquisa e desenvolveu seu senso investigador, não demorando muito para decidir abraçar à carreira de entomologista, decisão sem dúvidas influenciada pela seriedade, paciência e amor à profissão daquela que durante três anos foi fonte incomensurável de conhecimento, mas principalmente, de sabedoria, fé e estímulo, a sua então orientadora, querida Dra. Flávia Rabelo Barbosa. Por ela estimulado, iniciou, em março de 2005, o curso de *Mestrado em Agronomia - Entomologia Agrícola*, da FCAV/UNESP, em Jaboticabal-SP, que lhe proporcionou desmesurado crescimento intelectual e, sem dúvidas, muitas oportunidades de evolução moral. Em agosto de 2006 recebeu o *Prêmio Artur Mendonça*, pela conquista do primeiro lugar no *Concurso de Estudantes – Sessão II*, oferecido pelo *XXI Congresso Brasileiro de Entomologia*, em Recife-PE. Após concluir o curso de mestrado e, alimentando seus planos de seguir carreira acadêmica e de pesquisador, em março de 2007 iniciará o curso de *Doutorado em Entomologia* na ESALQ/USP, sob orientação do Prof. Dr. José Roberto Postali Parra.

*“Meus filhos, é em vão que o homem, ansioso de prazeres, tenta se iludir quanto ao seu destino aqui na Terra, achando que deve se ocupar apenas de sua felicidade. Deus nos criou com a certeza de sermos felizes na eternidade, por isso a vida terrena deve servir exclusivamente para o aperfeiçoamento moral, que se adquire mais facilmente com o auxílio dos órgãos físicos e as exigências do mundo material, que devem ser supridas. Além do mais, os problemas comuns da vida, a diversidade dos gostos, das tendências e das vossas necessidades são um meio de vos aperfeiçoardes, exercitando-vos na caridade. Portanto, apenas à custa de concessões e de sacrifícios mútuos é que podeis manter a harmonia entre elementos tão diversos.”*

**Um Espírito Protetor – Cracóvia, 1861**

(O Evangelho Segundo o Espiritismo)

**Aos meus pais Pedro e Maria, e aos meus irmãos Carla e Clóvis,**  
*por tudo, mas sobretudo pelo amor, companheirismo e torcida.*

**À Dra. Flávia,**  
*por ser e ter sido fonte de luz e sabedoria em minha vida.*

**Aos meus amigos, todos,**  
*pela energia positiva, atenção, apoio, companheirismo e por terem contribuído tanto para a minha evolução enquanto espírito eterno.*

***Dedico.***

## AGRADECIMENTOS

Foi perdido em meio aos pensamentos sobre como iniciar esta seção que me veio à mente as lembranças das pedaladas matinais rumo ao Laboratório. A brisa fresca batendo no rosto e os primeiros raios de sol dando as boas vindas pelo dia que acabara de chegar. Era sempre ali, entre a guarita e a primeira curva a esquerda, que um imenso sentimento de gratidão me brotava do peito. Gratidão por estar vivo, por poder pedalar e dar e ouvir “bom dia” durante o trajeto. Gratidão pelas dificuldades, pelos insetos que não emergiram e me fizeram “perder” os experimentos, mas que ao mesmo tempo me ajudaram a crescer na incansável busca de soluções. Gratidão por ter família e amigos, e com eles poder contar. É imbuído deste mesmo sentimento de gratidão, tão difícil de descrever pela pobreza da linguagem humana, que continuo meus agradecimentos:

A *Deus*, pela vida e pela oportunidade de amadurecimento nesta grande escola chamada Terra, no meio de tanta gente boa.

Às *entidades espirituais benfazejas*, instrumentos da vontade Divina, pela proteção, orientação, inspiração e lucidez, com certeza não merecidas.

À *Adriana Regina Generoso (Dri)*, pela amizade, companheirismo, orientação, e, principalmente, por ter me ajudado a me tornar uma pessoa melhor.

À amiga *Curtida* na “catchaça”, *Aniele Pianoscki*, pela ajuda na instalação das armadilhas adesivas e, sobremaneira, pela atenção, carinho, cumplicidade e por se mostrar sempre tão solícita. “*Se me ver agarrado com ela separa que é briga, tá ligado?*”

Aos amigos *Alexandre Colombi*, *Andréia Nunes*, *Cácia Leila* e seu marido *Francisco (Dé)*, *Kelly Cristina (Cascuda)*, *Mariângela Alves*, *Melissa Toledo (Mel)* e *Roberto Marchi (Binho)*, pela amizade, companheirismo, torcida e agradável companhia.

Às mais novas integrantes do APECOLAB, *Ana Paula* e *Ana Rita (Keja)*, pelo apoio na criação e coleta dos insetos, e mais ainda pela amizade e sorriso fácil.

A *Daniel Pereira Dutra*, pela colaboração na criação e coleta dos insetos, assim como também pelo apoio na manutenção do Laboratório.

À *Edileusa Araújo (Pipoca)*, minha parceira de dança, pela amizade, agradável convivência e pela “mãozinha” na coleta de pupas madrugadas a dentro. Não posso esquecer de agradecer pelos deliciosos *macarrão-de-panela-de-pressão* e pelas saborosíssimas *lasanhas de berinjela*. E por falar em lasanha, não sei o que faço com “uma certa” travessa...

À querida amiga *Elis Cristine Vilarinho*, pela amizade, paciência, companheirismo e por ter contribuído para o meu crescimento e amadurecimento enquanto ser humano.

À querida e grande parceira *Fernanda Salles* e seus pais, *Roberto* e *Maria Ângela*, pela amizade, lealdade, companheirismo, cumplicidade e atenção que sempre me dispensaram, desde o primeiro encontro ainda na entrevista de seleção. Essa conquista com certeza é nossa!

Aos amigos *José Eudes Moraes de Oliveira* e *Inez Vilar de Oliveira* (e também ao *Puff, Toby e Fred*), agora cidadãos petrolinenses, pela amizade, orientação e agradável companhia.

Ao grande amigo *Marcelo Zart (Gaúcho)*, pela amizade, companheirismo, pelas sessões de “você sabia?”, pela incomensurável paciência e sobremaneira por me fazer repensar o significado da palavra respeito. Êta gaúcho arretado Tchê!

À *Maria Aparecida Bernades (Tida)*, amiga e companheira de todas as horas, sem dúvida um anjo áptero colocado por Deus em meu caminho. Muito obrigado pelo carinho, confiança, incentivo e toda energia positiva que sempre me foi enviada.

A *Pedro Baccarin (Propina)*, pela “mãozona” na criação dos insetos e na instalação das gaiolas sob aquele “solzão” de 40 graus, e acima de tudo pela amizade e parceria sempre que necessitei.

À *Tatiana Rodrigues Carneiro (Tati)*, por ter me apresentado ao parasitóide de ovos *Telenomus remus* com tanta paciência e competência, e por ser sempre tão prestimosa.

À *Thaís Tanan de Oliveira*, a caçulinha, pelas tantas “mãos” na condução dos experimentos, mas, principalmente, pela amizade, companheirismo, paciência e por ter sido parte de minha família aqui em Jaboticabal. Muito obrigado por tudo. Sim, mesmo me deixando esperar pela canjica (curau) até hoje.

Às turminhas da FFPP e Embrapa Semi-Árido, *Germana Carvalho (Ger)*, *Ivanice Borges (Iva Van)*, *Jucelma Coelho (Celminha)*, *Maiane*, *Roberta Samara (Beta)*, *Roselane Castro (Rosy)*, *Susana Rodrigues (Sue)* e *Thaís Brandão (Thata)*; e do CEFET-PE, *Aline (Chavêrinho)*, *Ana Paula (Aninha BSB)*, *Carla Aranha (CarlaSpider)*, *Josiane Cardoso (Jô)* e *Selma Maria (Aluada)*. Obrigado pela amizade de vocês e por todas as energias positivas enviadas aí de Petrolina-PE e Juazeiro-BA.

Aos professores do *Departamento de Fitossanidade*, por tanto terem contribuído com a minha formação e pela atenção sempre dispensada.

Aos *Profs. Drs. Antonio Sérgio Ferraud* e *José Carlos Barbosa*, pela paciência e orientação na exploração dos dados, análises estatísticas e confecção dos mapas de dispersão, que tanto enriqueceram este trabalho.

Ao *Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes*, pela agradável participação na minha banca de qualificação, pela atenção aplicada à leitura do manuscrito e pelas sugestões valiosas.

À *Profa. Nilza Maria Martinelli*, pela atenção e paciência em suas tão esperadas aulas de Morfologia dos Insetos.

Ao *Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes*, pela orientação e valiosos conhecimentos transmitidos nas aulas e conversas informais, mas principalmente pela paciência tão necessária àqueles que lidam com quem ainda está começando a viver.

Ao querido *Prof. Dr. Sérgio de Freitas*, pelas prazerosas aulas de Taxonomia dos Insetos, pela disponibilização das áreas de algodão, e, principalmente, pelas tantas vezes em que seu trabalho foi prontamente deixado de lado, muitas vezes por horas a fio, para me orientar e me ajudar a aprender a pensar, sempre com muita paciência e boa vontade.

Às funcionárias do Depto. de Fitossanidade, *Lígia Dias*, *Lúcia Tarina* e *Márcia Macri*, pela atenção, agradável convivência e por serem sempre tão prestimosas.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos meus amigos e parceiros de república, *Luis Fernando (Zé)* e *Rodrigo Takata (Tigrão)*; às meninas “do 2”, *Carla (Carlão)*, *Renata (Renatão)* e a caçulinha *Priscila (Muricy)*; e às meninas da República Zoon, *Adélia Miranda (Celú Mirandão)*, *Ana Lígia Lordello (Pistoleira)*, *Camila Antonio (Folgada Tonhão)*, *Camila Franciosi (PopToxa Franciscão)*, *Fabiana (Minhoca)*, *Fernanda (Kenga)*, *Karolina Augusto von Zuben (Crone Augustão)*, *Regina Paulino (Sukuri Paulão)*, a ex-agregada *Fabrizia Otani (Moeda Moedão)* e a já quase membro *Polyanne Santos (Lindinha)*; pela amizade, companheirismo, torcida, bom humor, almoços, jantares, pelos pães-de-alho e vinagretes nos churrascos “quase” vegetarianos, pelos rodízios de pizza e por que não também pelos “grosopes” do “engrosopado” do *Luis Fernando*? Ufa! Não posso esquecer de agradecer também pela paciência tão necessária nesta minha primeira experiência de morar em república. Vocês foram a minha família em Jaboticabal. Contribuíram “demais da conta” com o meu crescimento e amadurecimento e foram imprescindíveis à minha rápida e tão boa adaptação neste então novo ambiente. Agradeço a vocês por tudo e a Deus por ter agendado o nosso encontro. “Bãaaaao taméeeeeem!”

*Cher-rico “Podre de Rico”.*

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	04
<b>CAPÍTULO 2 – QUANDO DECOLAR? EFEITO DA TEMPERATURA NA INICIAÇÃO DE VÔO DE <i>Telenomus remus</i> NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)</b>	
Resumo.....	22
Abstract.....	23
1. Introdução.....	24
2. Material e Métodos.....	26
2.1. Insetos.....	26
2.2. Procedimentos experimentais.....	29
2.2.1. Câmara de vôo.....	29
2.2.2. Desenho experimental.....	33
2.2.3. Análise.....	33
3. Resultados.....	36
4. Discussão.....	42
5. Conclusões.....	45
6. Referências.....	46
<b>CAPÍTULO 3 – DISPERSÃO DE <i>Telenomus remus</i> NIXON (HYMENOPTERA SCELIONIDAE): SÃO A VELOCIDADE E A DIREÇÃO EÓLICAS MOCINHAS OU VILÃS?</b>	
Resumo.....	52
Abstract.....	53

1. Introdução.....	54
2. Material e Métodos.....	58
2.1. Áreas.....	58
2.2. Insetos.....	62
2.3. Procedimentos experimentais.....	63
2.3.1. Dispositivos de monitoramento.....	63
2.3.2. Liberações.....	63
2.3.3. Dados meteorológicos.....	67
2.3.4. Biometria das plantas.....	67
2.4. Análise dos dados.....	68
2.4.1. Dispersão espacial.....	68
2.4.2. Dispersão temporal.....	69
3. Resultados.....	70
4. Discussão.....	87
5. Conclusões.....	92
6. Referências.....	93

**CAPÍTULO 4 - EFEITO DA DIREÇÃO EÓLICA, DO TAMANHO DE PLANTAS E DA DISPONIBILIDADE DE HOSPEDEIROS NA DISPERSÃO DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCHELIONIDAE)**

Resumo.....	101
Abstract.....	102
1. Introdução.....	103
2. Material e Métodos.....	106
2.1. Efeito da direção eólica e do tamanho de plantas.....	106
2.1.1. Áreas.....	106
2.1.2. Insetos.....	106
2.1.3. Procedimentos experimentais.....	106
2.1.3.1. Dispositivos de monitoramento.....	106
2.1.3.2. Liberações.....	108
2.1.3.3. Delineamento experimental e avaliações.....	108
2.1.3.4. Dados meteorológicos.....	109

2.1.3.5. Biometria das plantas.....	109
2.1.4. Análise dos dados.....	109
2.2. Efeito da disponibilidade de hospedeiros.....	110
2.2.1. Delineamento experimental.....	110
2.2.2. Análise.....	111
3. Resultados.....	111
3.1. Efeito da direção e do tamanho de plantas.....	111
3.2. Efeito da disponibilidade de hospedeiros.....	124
4. Discussão.....	125
5. Conclusões.....	129
6. Referências.....	130
<b>CAPÍTULO 5 - IMPLICAÇÕES.....</b>	<b>137</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	
<b>Figura 1.</b> Fêmea de <i>T. remus</i> ovipositando em ovos de <i>S. frugiperda</i> .....	10
 <b>CAPÍTULO 2 – QUANDO DECOLAR? EFEITO DA TEMPERATURA NA INICIAÇÃO DE VÔO DE <i>Telenomus remus</i> NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)</b>	
<b>Figura 1.</b> Sistema para obtenção de posturas de <i>S. frugiperda</i> : <i>a</i> - gaiola de PVC; <i>b</i> - disposição do alimento sobre o tule e adultos; <i>c</i> – transferência de adultos entre gaiolas; <i>e</i> – retirada da folha de papel contendo posturas.....	27
<b>Figura 2.</b> Tubo de ensaio de fundo chato contendo postura de <i>S. frugiperda</i> parasitada por <i>T. remus</i> .....	28
<b>Figura 3.</b> <i>a</i> - Cilindro de PVC com abertura superior fechada por um círculo de armadilha amarela adesiva, evidenciando o revestimento interno; e <i>b</i> - a cobertura das bordas por filme plástico de PVC.....	30
<b>Figura 4.</b> <i>a</i> - Fixação dos tubos de vidro nas tampas plásticas com parafina; <i>b</i> - detalhe da amarração do barbante no chumaço de algodão; <i>c</i> - detalhe dos tubos já fixados nas tampas e do barbante já amarrado ao algodão.....	31
<b>Figura 5.</b> <i>a</i> - Deposição da lâmina d'água + detergente no assoalho da tampa; <i>b</i> - extremidade livre do barbante exteriorizada após ter sido atravessada pelo interior do cilindro de PVC; <i>c</i> - sobreposição do cilindro ao tubo de vidro e encaixe de sua base na tampa plástica.....	32
<b>Figura 6.</b> <i>a</i> - papel preto forrando as prateleiras que sustentaram as câmaras de vôo nas câmaras climatizadas (70±10 % U.R. e 24 h de fotoperíodo); <i>b</i> – mensuração da temperatura no interior do cilindro usando termômetro com sensor remoto.....	35
<b>Figura 7.</b> Curvas (± EPM) de atividade de vôo de machos e fêmeas de <i>T. remus</i> submetidos a um gradiente de temperatura.....	37
<b>Figura 8.</b> Frequência de vôo (± EPM) de machos e fêmeas de <i>T. remus</i> submetidos a diferentes temperaturas.....	39
<b>Figura 9.</b> Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamento exibindo os grupos de temperatura formados segundo o efeito que causam à iniciação de vôo de machos e fêmeas de <i>T. remus</i> em câmaras de vôo acondicionadas em câmara climatizada (70±10 % U.R. e 24 h de fotofase) por 24 h.....	41

### CAPÍTULO 3 – DISPERSÃO DE *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE): SÃO A VELOCIDADE E A DIREÇÃO EÓLICAS MOCINHAS OU VILÃS?

- Figura 1.** Vista aérea da Fazenda São Francisco (11°40'S, 45°30'W), propriedade comercial produtora de algodão e soja situada no município de Riachão das Neves-BA: *a* - imagem capturada por satélite (©2006 Europa Technologies, Image ©2006 TerraMetrics) e copiada do software Google Earth v.4.0.2416 (beta); *b* – levantamento topográfico planimétrico da Fazenda São Francisco..... 59
- Figura 2.** Representação gráfica da distância em linha reta entre as áreas experimentais da Fazenda São Francisco (Riachão das Neves-BA) e da FEPE (Jaboticabal-SP)..... 60
- Figura 3.** Esquema das parcelas de algodoeiro utilizadas em Riachão das Neves-BA e Jaboticabal-SP..... 61
- Figura 4.** Cartela (10x15 cm) contendo posturas de *S. frugiperda* a ser oferecida a *T. remus*..... 62
- Figura 5.** *a* - Fixação das armadilhas com auxílio de grampeador; *b, c, d* - visão geral da planta, linha e parcela após fixação das armadilhas, respectivamente; *e, f* - ponto de liberação dos insetos, exibindo a estaca de bambu como suporte aos potes contendo os parasitóides, e o sistema de sombreamento confeccionado com isopor e papel madeira; *g* - detalhe da base da estaca, evidenciando o recorte de armadilha amarela adesiva envolvendo a circunferência da estaca e dificultando o acesso de predadores aos recipientes de liberação..... 65
- Figura 6.** Coleta de adultos de *T. remus* para mensuração da razão sexual..... 66
- Figura 7.** Esquema de divisão da parcela, estabelecido conforme o eixo de direção eólica predominante (representado pela seta), visando à identificação da orientação do vôo dos parasitóides..... 69
- Figura 8.** Mapas de superfície apresentando os padrões de dispersão de *T. remus* 48h após a liberação realizada no centro da parcela, em Riachão das Neves (a) e em Jaboticabal (b)..... 72
- Figura 9.** Mapas em alto-relevo sombreado apresentando os padrões de dispersão de *T. remus* 48 h após a liberação, realizada no centro da parcela, em Riachão das Neves-BA (a) e em Jaboticabal-SP (b), 2006.... 73
- Figura 10.** Número médio ( $\pm$ EPM) de *T. remus* capturados (em cima) e da distância percorrida, em dois níveis de velocidade do vento e três níveis de orientação de vôo com relação à direção eólica, nos municípios de Riachão das Neves-BA e Jaboticabal-SP, 2006..... 74

**Figura 11.** Curvas de densidade-distância correlacionando o número de *T. remus* coletados por armadilha com a distância (m) de captura em relação ao ponto de liberação, considerando-se a orientação do vôo dos parasitóides, no município de Riachão das Neves-BA, 2006..... 77

**Figura 12.** Curvas de densidade-distância correlacionando o número de insetos coletados por armadilha com a distância de captura em relação ao ponto de liberação, considerando a orientação do vôo dos parasitóides (a) e o tamanho das plantas (b) (caracterizados por 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), no município de Jaboticabal-SP, 2006.. 79

**Figura 13.** Modelos de correlação entre o tempo após a liberação e o número de *T. remus* capturados (a); e a distância média percorrida (b); em plantas de algodão aos 60 e 90 dias após emergência – DAE..... 81

**Figura 14.** Modelo de número e espaçamento entre pontos de liberação (em vermelho) de *T. remus* em agroecossistemas de algodoeiro sob velocidades eólicas classificadas como *quase calmo*, na Escala de Beaufort..... 84

**Figura 15.** Modelo de número e espaçamento entre pontos de liberação (em verde) de *T. remus* em agroecossistemas de algodoeiro sob velocidades eólicas classificadas como *brisa leve*, na Escala de Beaufort..... 85

**Figura 16.** Mapa perceptual da análise de correspondência múltipla aplicada aos parâmetros “velocidade eólica”, “orientação de vôo” e “distância percorrida”, exibindo suas correlações. Estabeleceram-se os níveis de “distância percorrida” (Dist) para os insetos que se deslocaram até 5m, >5 a 10 m e >10 a 15 m..... 86

#### **CAPÍTULO 4 - EFEITO DA DIREÇÃO EÓLICA, DO TAMANHO DE PLANTAS E DA DISPONIBILIDADE DE HOSPEDEIROS NA DISPERSÃO DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**

**Figura 1.** a - a - Postura de *S. frugiperda* (círculo) fixada na face abaxial de uma folha de algodoeiro; b - detalhe da postura fixada..... 107

**Figura 2.** Médias ( $\pm$  EPM) do número de pontos parasitados por *T. remus* (em cima) e da distância percorrida no ensaio com posturas, aos 30, 60 e 90 dias após emergência (DAE) de plantas de algodoeiro e três orientações de vôo com relação à direção eólica, no município de Jaboticabal-SP, 2006..... 113

- Figura 3.** Curvas de densidade-distância correlacionando o número de posturas parasitadas por *T. remus* com a distância do local de parasitismo a partir do ponto de liberação, considerando o tamanho das plantas de algodoeiro )caracterizados por 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), em Jaboticabal-SP, 2006..... 115
- Figura 4.** Curvas de densidade-distância correlacionando o número de posturas parasitadas por *T. remus* com a distância do local de parasitismo a partir do ponto de liberação, considerando a orientação do vôo dos parasitóides, em cada tamanho de plantas (caracterizado por 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), em Jaboticabal, 2006..... 116
- Figura 5.** Mapas de superfície apresentando os padrões de dispersão de *T. remus* até 48h após a liberação, realizada no centro de parcelas de algodoeiro, aos 30, 60 e 90 dias após emergência das plantas (DAE), em Jaboticabal-SP, 2006..... 117
- Figura 6.** Mapas em alto-relevo sombreado apresentando os padrões de dispersão de *T. remus* 48 h após a liberação, realizada no centro de parcelas de algodoeiro, aos 30, 60 e 90 dias após emergência das plantas (DAE), em Jaboticabal-SP, 2006..... 118
- Figura 7.** Número médio ( $\pm$  EPM) de ovos parasitados por postura por *T. remus* nos três tamanhos de plantas (caracterizados por 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE) de algodoeiro, em Jaboticabal-SP, 2006.... 119
- Figura 8.** Número médio ( $\pm$  EPM) de ovos parasitados por postura por *T. remus* nos três tamanhos de plantas de algodoeiro (caracterizados por 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), levando-se em consideração a orientação de vôo, em Jaboticabal-SP, 2006..... 120
- Figura 9.** Mapa perceptual da análise de correspondência múltipla aplicada aos parâmetros “tamanho de plantas” (caracterizado por 30, 60 e 90 dias após emergência – DAE), “orientação de vôo”, “distância percorrida” e “parasitismo”, exibindo suas correlações..... 123
- Figura 10.** Número médio ( $\pm$  EPM) de pontos atingidos por fêmeas de *T. remus* utilizando-se dois tipos de dispositivos de monitoramento: posturas hospedeiras (*S. frugiperda*) e armadilhas amarelas adesivas, em Jaboticabal-SP, 2006..... 124

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>CAPÍTULO 2 – QUANDO DECOLAR? EFEITO DA TEMPERATURA NA INICIAÇÃO DE VÔO DE <i>Telenomus remus</i> NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)</b>	
<b>Tabela 1.</b> Valores de $F$ , graus de liberdade, e valores de $P$ para a análise de variância da percentagem de parasitóides capturados nas armadilhas amarelas adesivas (Coeficiente de Variação = 39,5%).....	38
 <b>CAPÍTULO 3 – DISPERSÃO DE <i>Telenomus remus</i> NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE): SÃO A VELOCIDADE E A DIREÇÃO EÓLICAS MOCINHAS OU VILÃS?</b>	
<b>Tabela 1.</b> Escala de Beaufort (extraída de Silveira Neto et al., 1976).....	71
<b>Tabela 2.</b> Características físicas das plantas de algodão nas parcelas de Jaboticabal-SP, durante três momentos do período experimental, 2006.....	76
<b>Tabela 3.</b> Valores de $F$ , graus de liberdade, coeficientes de variação e valores de $P$ para as análises de variância relativas ao número de parasitóides capturados e à média da distância de captura com relação ao ponto de liberação (dados transformados em $\sqrt{x+1}$ ).....	76
<b>Tabela 4.</b> Coordenadas e valores das inércias de cada parâmetro estudado, fornecidos pela análise de correspondência múltipla.....	83
 <b>CAPÍTULO 4 - EFEITO DA DIREÇÃO EÓLICA, DO TAMANHO DE PLANTAS E DA DISPONIBILIDADE DE HOSPEDEIROS NA DISPERSÃO DE <i>Telenomus remus</i> Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)</b>	
<b>Tabela 1.</b> Condições meteorológicas relativas aos períodos de monitoramento da dispersão de <i>T. remus</i> na cultura do algodoeiro, em Jaboticabal-SP, Brasil.....	112
<b>Tabela 2.</b> Características físicas das plantas de algodão nas parcelas de Jaboticabal-SP, durante três momentos do período experimental.....	112
<b>Tabela 3.</b> Valores de $F$ , graus de liberdade, coeficientes de variação e valores de $P$ para as análises de variância relativas ao número de pontos parasitados e à média da distância de parasitismo com relação ao ponto de liberação (dados transformados em $\sqrt{x+1}$ ).....	112
<b>Tabela 4.</b> Coordenadas e valores das inércias de cada parâmetro estudado, fornecidos pela análise de correspondência múltipla.....	122

**DISPERSÃO DO PARASITÓIDE DE OVOS *Telenomus remus* Nixon  
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) E SUA INTERAÇÃO COM ALGUMAS  
VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM AGROECOSSISTEMAS DE ALGODOEIRO  
(*Gossypium hirsutum* L.)**

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi estudar o padrão de dispersão de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), parasitóide de ovos de *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), avaliando os efeitos da velocidade e direção eólicas, do tamanho de plantas e da disponibilidade de hospedeiros neste processo, em agroecossistemas de algodoeiro. Como quase sempre a dispersão é efetuada pelo vôo, nós estudamos também o efeito de um gradiente de temperatura (18, 21, 24, 27, 30 e 33 °C) sobre sua iniciação de vôo, em condições de laboratório. O processo dispersivo foi monitorado com armadilhas adesivas e posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), sobre plantas com 30, 60 e 90 dias após emergência (DAE). A temperatura afetou a iniciação de vôo de machos e fêmeas de *T. remus*, sendo a maior percentagem de vôo observada aos 27°C. O vento constituiu variável importante no processo dispersivo, influenciando a direção do vôo e a distância percorrida. Velocidades eólicas próximas de 2,5 m/s não inibiram o vôo, porém, anularam ou dificultaram bastante o seu controle. Para ventos de 1,25 m/s o vôo de fêmeas foi predominantemente passivo em plantas com 30 DAE e seguiu orientação contrária à direção eólica aos 90 DAE. A idade das plantas não influenciou a distância percorrida, porém, a probabilidade de parasitismo tendeu a diminuir em plantas mais desenvolvidas. A movimentação de fêmeas foi menor em parcelas aonde foram disponibilizados hospedeiros. Modelos de número e espaçamento entre pontos de liberação foram sugeridos para ambas as situações de velocidade eólica.

**Palavras-Chave:** temperatura, vento, tamanho de plantas, disponibilidade de hospedeiros, movimento horizontal, orientação de vôo, controle biológico

**DISPERSAL OF THE EGG PARASITOID *Telenomus remus* Nixon  
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) AND ITS INTERACTION WITH SOME  
ENVIRONMENTAL VARIABLES IN COTTON (*Gossypium hirsutum* L.)  
AGROECOSYSTEMS**

**SUMMARY** – We studied the dispersal pattern of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), evaluating the effects of the wind speed and direction, plant size and the host availability on this process, in cotton agroecosystems. As dispersal is mostly carried by flight, we also studied the effect of a gradient of temperature (18, 21, 24, 27, 30 e 33 °C) on the *T. remus* flight initiation, under laboratory conditions. The dispersal was monitored using sticky traps and *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) eggs, on plants with 30, 60 and 90 days after emergence (DAE). Temperature affected the flight initiation of *T. remus* males and females. The highest flight intensity was observed at 27°C. Wind was an important factor on dispersal, affecting the flight direction and the distance covered. Wind speed near 4.4 m/s did not inhibit flight, but reduced it tremendously or turned its control harder. Under winds near 1.25 m/s the flight of females was predominantly passive on plants with 30 DAE. On plants with 90 DAE, the flight direction was contrary to wind direction. The age of plants did not affect the distance covered, but the probability of parasitism tended to fall on more developed plants. The movement of females was smaller on areas where hosts were available. Models about the number and spacing among release points were suggested for both wind speed situations.

**Keywords:** temperature, wind, plant size, host availability, horizontal movement, flight direction, biological control

# INTRODUÇÃO

## INTRODUÇÃO

A difícil relação entre o homem e as pragas na agricultura já é bem antiga, todavia, desde a introdução dos inseticidas sintéticos, utilizados muitas vezes de forma abusiva, esta relação vem trazendo funestos impactos ao meio ambiente e a outros componentes do sistema que anteriormente não eram atingidos, como a saúde do trabalhador e do consumidor.

A intoxicação de organismos benéficos como os inimigos naturais desequilibra ainda mais o agroecossistema, já tão frágil por si só, permitindo o retorno das pragas aos níveis prejudiciais com grande rapidez, uma vez que seus predadores e parasitóides, ocupando categorias mais elevadas na teia alimentar, levam maior tempo para se recuperar.

Além dos prejuízos potenciais à saúde do homem e do meio ambiente, o controle químico de pragas quase sempre também requer altos gastos. No Brasil, somente no ano de 2004, foram gastos mais de um bilhão de dólares exclusivamente com inseticidas (dados divulgados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento\*). Tendo em vista estas evidências, torna-se importante os estudos de formas alternativas e inteligentes de controle, de modo a se evitar problemas futuros decorrentes do uso indiscriminado dos agrotóxicos.

A busca por métodos de controle que causem menor impacto ao meio ambiente e redução dos custos de produção, sem que haja efeitos negativos na produtividade, têm levado à procura por alternativas viáveis que viabilizem a manutenção de pragas em níveis populacionais toleráveis, de acordo com o que é defendido pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP).

O controle biológico de pragas é uma das táticas de controle preconizadas pelo MIP e pode ser admitido como uma alternativa ao controle químico. Hoje, existem vários programas de controle biológico realizados com total sucesso em várias partes do mundo. A pesquisa neste setor tem revelado muitas descobertas e avanços interessantes, permitindo a utilização desta tática com maior eficiência. Todavia, para que todo este sucesso possa ser atingido,

---

\* [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)

muitos estudos envolvendo a bioecologia e comportamento, tanto da praga como de seu inimigo natural, precisam ser conduzidos para que o potencial do agente de controle biológico possa ser explorado ao máximo. Neste sentido, antes de se efetuarem liberações deste tipo de agente em condições de campo, é imprescindível a realização de pesquisas que possam indicar como, quando e aonde realizar estas liberações.

O objetivo de nosso trabalho foi estudar o padrão de dispersão espaço-temporal de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), parasitóide de ovos de *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), em condições de laboratório e em cultivo de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), avaliando sua resposta às variáveis meteorológicas temperatura, velocidade e direção eólicas; ao desenvolvimento de plantas; e à disponibilidade de hospedeiros. Esses conhecimentos são imprescindíveis à elaboração de estratégias de liberação inteligentes deste inimigo natural de tão elevado potencial de aproveitamento em programas de controle biológico deste grupo de insetos-praga.

Capítulo 1

**CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O conjunto de espécies de algodoeiro (*Gossypium* spp.) constitui um dos grupos de plantas cultivadas mais antigos do mundo. Segundo MILLEN (2004), 1.500 anos a.C. a Índia já cultivava esta malvácea para produção de tecidos artesanais. No entanto, descobriram-se tecidos confeccionados com algodão que datam de 5.800 anos a.C. em cavernas próximas a Tehuacan, México. RICHETTI & MELO FILHO (1998) destacaram que, no Brasil, na época do descobrimento, os índios já cultivavam o algodão e o transformavam em fios e tecidos. Esses pesquisadores afirmam ainda que a fibra dessa cultura é a mais utilizada pelo homem e a mais importante das fibras têxteis. Além disso, o caroço é rico em lipídios e proteínas, o que possibilita a extração de óleo e a utilização do bagaço como suplemento na alimentação animal.

No Brasil, a cultura algodoeira possui grande importância, colocando-se entre as dez maiores fontes de riqueza do setor agropecuário nacional (CRUZ & PASSOS, 1997). Em 2004, a área ocupada por essa cultura foi de aproximadamente 1,12 milhão de ha, o que levou a uma produção de cerca de 3,57 milhões de toneladas de algodão em caroço (AGRIANUAL, 2005). MORESCO (2003) destaca o significado desta cultura para a economia brasileira que, presente em 16 Estados, movimenta o negócio de 30 mil empresas que juntas, geram 1,45 milhão de empregos diretos. A exportação desta fibra em 2004 foi responsável pelo incremento de US\$ 406 milhões na balança comercial (MAPA, 2005).

NAKANO et al. (1981) fizeram algumas considerações acerca dos desafios relacionados à cultura do algodão, gerados pela “exigência cada vez maior do mercado consumidor”:

A exigência cada vez maior do mercado consumidor requer novas técnicas de cultivo com a finalidade de se obter produtos de melhor qualidade no tocante ao tipo de fibra, como limpeza, comprimento, finura, resistência e maturidade. Embora estas características sejam determinadas por fatores hereditários, inúmeros fatores,

físicos, químicos e mecânicos contribuem para alterar essas características no decorrer do desenvolvimento das mesmas. Dentre estes fatores estão as pragas (insetos e ácaros), cujos estudos vêm sendo feitos desde longa data e sua importância é tanto maior, tendo em vista que ainda hoje, apesar de todo o esforço do homem, causam prejuízos consideráveis na produção algodoeira.

GALLO et al. (2002) e FUNDAÇÃO MT (2001) destacaram várias espécies de insetos e ácaros de elevada importância para a cultura algodoeira no Brasil, dentre eles, a lagarta militar, também conhecida como lagarta dos milharais ou lagarta-do-cartucho na cultura do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Um dos primeiros registros da ocorrência deste inseto em algodoeiro no Brasil foi feito por CARVALHO & CARVALHO (1939) citados por LEIDERMAN & SAUER (1953), no Estado de Pernambuco. Todavia, outras espécies do gênero *Spodoptera* também têm sido observadas associadas à cultura do algodão no Brasil, tais como: *S. eridania* (Cramer) (GALLO et al., 2002; QUIMBRASIL, 1980; PASSOS, 1977), e, mais recentemente, *S. cosmioides* (Walk.) (BAVARESCO et al., 2004).

Segundo GALLO et al. (2002), ao se alimentarem, as lagartas de *S. frugiperda* e *S. eridania* causam prejuízos diretos, destruindo as flores e maçãs do algodoeiro, e indiretos, favorecendo a penetração de microorganismos através dos orifícios nos locais de alimentação. Além disso, na ausência de maçãs, podem também destruir folhas e perfurar as hastes do algodoeiro. O ataque pode ocorrer desde a emergência até a maturação do algodão. Na descrição dos danos causados por *S. frugiperda*, FUNDAÇÃO MT (2001) afirma que no início do ataque as lagartas cortam as plantas jovens na base do caule e a seguir danificam as folhas, botões florais, flores e maçãs; e que medidas de controle ineficientes resultam na perda de uma maçã, em média, por planta de algodoeiro.

Em algumas regiões agrícolas do País, a sucessão de culturas hospedeiras de *Spodoptera* spp. é um fator que favorece o desenvolvimento de suas populações. É o que acontece, por exemplo, na Bahia e no Mato grosso,

aonde o plantio do algodão em sucessão ao do milho dificulta a quebra do ciclo biológico destes insetos, favorecendo a sua manutenção nas áreas produtoras.

Como forma de controle destas pragas, os produtores vêm recorrendo principalmente ao uso de inseticidas, ocasionando elevação dos custos de produção, danos ao meio ambiente e à saúde do agricultor (CULTIVO..., 2005). De acordo com FAIRBANKS (2005), a cultura do algodão lidera a demanda por inseticidas no país. Tais fatos podem prejudicar, em primeira instância, a saúde dos aplicadores; e a médio e longo prazos (às vezes até menos) pode induzir a resistência e/ou o surgimento de pragas, promover a contaminação do meio ambiente, e, por fim, contribuir ainda mais para o desequilíbrio do agroecossistema.

Há quase três décadas, PASSOS (1977) já relatava a ocorrência de resistência em três espécies de noctuídeos, incluindo *S. eridania*, a um grande número de inseticidas aplicados na cultura algodoeira. Recentemente, DIEZ-RODRÍGUEZ & OMOTO (2001) detectaram a resistência de *S. frugiperda* ao piretróide lambda-cialotrina em populações desta praga na cultura do milho, no Brasil.

TOMITA & BEYRUTH (2002) alertaram que o uso desordenado e excessivo de agrotóxicos vem provocando diversos impactos sobre o meio ambiente, citando como efeitos nocivos a presença de resíduos no solo, na água, no ar, nas plantas e animais. CISCATO et al. (2004) acrescentam que a presença de resíduos tóxicos nos alimentos e no meio ambiente pode acarretar sérios problemas à saúde humana e animal, enfatizando, inclusive, que a contaminação do leite materno pode ocorrer pela ingestão de alimentos com este tipo de resíduos, pelas mulheres em diferentes fases da vida. MEREDITH (1993), SENANAYAKE & PEIRES (1995) e HOEK et al. (1998), citados por PIRES et al. (2005), destacaram a intoxicação dos trabalhadores rurais com diferentes graus de severidade, como resultado do uso indiscriminado de agrotóxicos no campo, o que, segundo estes autores, constitui um grave problema de saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento.

Um levantamento feito por RECENA et al. (2005) reportou a ocorrência de 1355 casos de intoxicação por agrotóxicos no Mato Grosso do Sul, considerado o quinto maior produtor nacional (Melo Filho & Richetti, 2003), no período de 1992 a 2002, dos quais 1026 foram causados por inseticidas e, destes, 849 tiveram origem involuntária (ocupacional ou acidental). No ano 2000, os autores associaram à micro-região de Dourados, segunda maior produtora de algodão do Estado, a segunda maior taxa de intoxicação do Mato Grosso do Sul (46,2 intoxicações/100.000 habitantes).

Além dos prejuízos potenciais à saúde do homem e do meio ambiente, o controle químico de pragas em algodoeiro também requer altos gastos. No Brasil, são gastos anualmente em torno de US\$ 190 milhões em inseticidas somente para aplicação nesta cultura (CTNBIO..., 2005). No Estado da Bahia, por exemplo, a safra 2004/2005 de algumas regiões produtoras de algodão exigiu onze aplicações de inseticidas durante todo o período de cultivo, das quais nove foram direcionadas exclusivamente ao controle do complexo de espécies de *Spodoptera*. Estima-se que neste período os gastos com o controle químico destas pragas em todo Estado tenha ultrapassado a cifra de R\$ 15 milhões.

Tendo em vista estas evidências, torna-se importante os estudos de formas alternativas e inteligentes de controle, de modo a se evitar problemas futuros decorrentes do uso indiscriminado dos agrotóxicos, como ressaltou SUZUKI (2004). O controle biológico aplicado pode ser admitido como uma alternativa ao controle químico, sendo que sua aplicação no manejo de *Spodoptera* spp. já vem sendo realizada em muitos países e em várias culturas, com a utilização de várias espécies de inimigos naturais (GAUTAM, 1986; CRUZ, 1995; FIGUEIREDO et al., 1999; CRUZ, 2000; CAVE, 2000; FERRER, 2001; BESERRA & PARRA, 2004).

A utilização de parasitóides como agentes controladores de insetos-praga é uma das principais armas do controle biológico. ASHLEY (1979) relatou a ocorrência de 53 espécies de parasitóides, entre himenópteros e dípteros, que se hospedam em larvas de *S. frugiperda* no continente americano, das quais 12

ocorrem no Brasil. Mais recentemente, MOLINA-OCHOA et al. (2003) reportaram a ocorrência de aproximadamente 150 parasitóides e parasitas (Diptera, Hymenoptera e Nematoda) coletados a partir de ovos, larvas e pupas de *S. frugiperda*, em países das Américas e Caribe, das quais oito parasitóides de ovos e 45 de larvas foram registrados no Brasil.

Entre os vários grupos de insetos utilizados em programas de controle biológico, os parasitóides que agem sobre os ovos das pragas merecem atenção especial, uma vez que eliminam a praga em sua primeira fase de desenvolvimento, ou seja, antes mesmo que possam causar algum tipo de dano à cultura. Dentre as várias espécies de parasitóides de ovos, destacam-se os microhimenópteros do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), por estarem entre os mais utilizados mundialmente (PARRA & ZUCCHI, 2004) em programas de controle biológico de insetos-praga. Estes inimigos naturais são referidos parasitando mais de 200 espécies de insetos, predominantemente ovos de Lepidoptera (HASSAN, 1997). ZUCCHI & MONTEIRO (1997) reportaram que, no mundo, existem aproximadamente 160 espécies pertencentes a este gênero, das quais quatorze já foram constatadas no Brasil. Tais espécies vêm sendo utilizadas com sucesso para o controle de lepidópteros em diversas culturas, como algodão, mandioca, cana-de-açúcar, tomate e milho, em território nacional.

Além de *Trichogramma* spp., outras espécies de parasitóides de ovos têm sido estudadas e utilizadas como agentes de controle biológico aplicado em diversas partes do mundo. CAVE (2000) e WADDILL & WHITCOMB (1982) citaram o controle biológico de lepidópteros-praga por *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) (Figura 1), um parasitóide de ovos originário de Sarawak e Nova Guiné, bem como sua multiplicação e liberação em sete países da América Latina, enfatizando sua eficácia particular sobre noctuídeos do gênero *Spodoptera*. SANKARAN (1974) reportou a introdução desta espécie na Índia há mais de 40 anos, a partir de espécimens advindos da Nova Guiné, visando o controle de *S. litura*; WOJCIK et al. (1976) relataram sua ocorrência em Porto Rico, como parasitóide de *S. frugiperda*; já SCHWARTZ & GERLING

(1974) registraram a sua introdução em Israel a partir da Índia em 1969, com objetivo de controlar *S. littoralis*. No Brasil, PEDRASI & PARRA (1986) registraram a introdução deste inseto visando o controle de *S. frugiperda*. Os reportes mais recentes relatam a presença deste parasitóide em quatorze países das Américas e Caribe (MOLINA-OCHOA et al., 2003).

Alguns pesquisadores têm revelado que espécies de *Trichogramma* têm dificuldade em parasitar ovos de *S. frugiperda* (BESERRA et al., 2002), inclusive questionando seu uso como agente de controle biológico desse inseto-praga.



**Figura 1.** Fêmea de *T. remus* ovipositando em ovos de *S. frugiperda*.

Segundo BESERRA et al. (2002), as baixas taxas de parasitismo apresentadas por *Trichogramma* sobre *S. frugiperda* podem ser explicadas pela dificuldade encontrada pelo parasitóide em atuar sobre ovos arranjados na forma de camadas sobrepostas, como ocorre com as posturas de *Spodoptera* spp., que em algumas espécies, como *S. frugiperda*, podem chegar a ter até seis camadas (LEIDERMAN & SAUER, 1953). Além disso, a presença de escamas da mariposa sobre a postura também dificulta a ação do parasitóide. Estudos conduzidos por BESERRA & PARRA (2005) reafirmaram tal teoria, revelando que *T. atopovirilia* Oatman & Platner não tem capacidade de penetrar em posturas arranjadas na forma de camadas sobrepostas, atuando apenas sobre as camadas externas, o que reduz seu potencial de controle sobre *S. frugiperda*. CAVE (2000) reportou a superior agressividade de *T. remus* sobre massas de ovos de *Spodoptera* spp. devido ao seu maior e mais robusto corpo, o qual permite que o parasitóide penetre em todas as camadas da postura e parasite cada ovo.

Muito já se conhece a respeito da biologia, ecologia e comportamento deste parasitóide (GERLING, 1972; GERLING & SCHWARTZ, 1974; SCHWARTZ & GERLING, 1974; PICHO, 1987; HÉRNANDEZ & DÍAZ, 1995, 1996a e 1996b; FIGUEIREDO, 1998; FARIA, 2001; OLIVEIRA, 2005), sendo que diversos estudos têm sido realizados a respeito da utilização de *T. remus* para controle de pragas nas culturas do sorgo, da soja, e, principalmente, do milho (CAVE, 2000; FIGUEIREDO et al., 1999; HERNÁNDEZ et al., 1989). MANI & KRISHNAMOORTHY (1986) relataram a sua introdução e liberação na Índia sobre fumo, repolho e algodão, porém, são escassos os estudos sobre a metodologia de liberação deste inseto em campo. FIGUEIREDO (1998) afirmou que diversos estudos são necessários para que a utilização deste parasitóide seja um sucesso em programas de controle de pragas, destacando a importância de se determinar a época de liberação, a densidade a ser liberada por unidade de área e a distribuição dos pontos de liberação. No Brasil, este parasitóide vem sendo estudado pela Embrapa Milho e Sorgo, Universidade Federal de Viçosa e pela FCAV/UNESP, todavia, a quase totalidade dos

trabalhos envolve exclusivamente o controle de *S. frugiperda* na cultura do milho. Nota-se que a literatura relacionada ao controle de espécies de *Spodoptera* por meio de *T. remus* em outras culturas, como por exemplo a do algodoeiro, é extremamente escassa, o que demanda a realização de pesquisas neste sentido no Brasil.

Em agroecossistemas, o conhecimento da capacidade e do padrão de dispersão de uma espécie, assim como dos fatores que os afetam, pode auxiliar no seu controle, caso seja uma praga; ou, no caso de um inimigo natural, pode nortear a elaboração de estratégias eficientes de liberação. O estudo da dispersão de *T. remus*, logo, torna-se importante por auxiliar na criação ou adaptação de metodologias de liberação que favoreçam uma distribuição uniforme e eficiente dos insetos liberados.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2005. São Paulo: Agros, 2005. p.193.

ASHLEY, T.R. Classification and distribution of fall armyworm parasites. **Florida Entomologist**. v. 62, p. 114-123, 1979.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M.S.; GRUTZMACHER, A.D.; RINGENBERG, R.; FORESTI, J. Adequação de uma dieta artificial para a criação de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em Laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.2, p.155-161, 2004.

BESERRA, E B. & PARRA, J. R. P. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, vol.48, n.1, p.119-126, 2004.

BESERRA, E B. & PARRA, J. R. P. Impact of the number of *Spodoptera frugiperda* egg layers on parasitism by *Trichogramma atopovirilia*. **Scientia Agricola**, vol.62, n.2, p.190-193, 2005.

BESERRA, E B.; DIAS, C.T. dos S.; PARRA, J. R. P. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. **Florida Entomologist**, vol.85, n.4, p.588-593, 2002.

CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, v. 21, n. 1, p. 21-26, 2000.

CISCATO, C.C.H.P.; GEBARA, A.M.; e SPINOSA, H. de S. Resíduos de pesticidas em leites bovino e humano. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba, v.14, p.25-38, 2004.

CTNBIO: Parecer nº 0513/2005 - Algodão BT. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/1260.html>>. Acesso em 31 dez. 2006.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). In: Bueno, V.H.P. (ed.). Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade. Lavras: Editora UFLA, p. 112-135. 2000.

CRUZ, I. A Lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 1995. 45 p. il. (Circular Técnica, 21).

CRUZ, V.R. & PASSOS, S.M.G. Algodão. In: CATI, Manual Técnico das culturas: cereais, fibrosas, leguminosas, oleaginosas, raízes e tubérculos, plantas tropicais, sacarinas. 2ed. Campinas, 1997. t.1, p.1. (Manual CATI, 8).

CULTIVO de algodão irrigado: Pragas. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado/pragas.htm>>. Acesso em 08 ago. 2005.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I. & OMOTO, C. Herança da Resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a Lambda-Cialotrina. **Neotropical Entomology**. Londrina, v.30, n.2, p.311-316, 2001.

FAIRBANKS, M. Defensivos agrícolas ampliam o mercado. Disponível em: <[http://www.quimica.com.br/revista/qd396/defensivos\\_agricolas5.htm](http://www.quimica.com.br/revista/qd396/defensivos_agricolas5.htm)>. Acesso em: 08 ago. 2005.

FARIA, C.A. de. **Resposta de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a voláteis de plantas e ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).** 2001. 50f. Dissertação (Mestrado Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

FERRER, F. Biological control of agricultural insect pests in Venezuela: advances, achievements and future perspectives. **Biocontrol News and Information**, v.22, n.3, p. 67-74, 2001.

FIGUEIREDO, M. de L.C. **Potencial de controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae).** 1998. 76f. Dissertação (Mestrado Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 1975-1982, 1999.

FUNDAÇÃO MT. (Rondonópolis, MT). Algodão de Mato Grosso: qualidade e tecnologia ampliando mercados. Rondonópolis, 2001. 238p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVERIA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.P.P.; ZUCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Esalq, 2002. 920p.

GAUTAM, R.D. Effect of different temperatures and relative humidities on the efficiency of parasitoid, *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera) in the laboratory. **Journal of Entomological Research**, v. 10, p. 34-39, 1986.

GERLING, D. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). **Bulletin of Entomological Research**. v.61, p.385-488, 1972.

GERLING, D. & SCHWARTZ, A. Host selection by *Telenomus remus*, a parasite of *Spodoptera littoralis* eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.17, p.391-396, 1974.

HASSAN, S. A. Seleção de espécies de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-206.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la edad del parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) sobre su capacidad de ovipostura y proporción sexual de la descendencia. **Boletín de Entomología Venezolana**. v.10, p.167-175, 1995.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la edad del hospedero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre el parasitismo y la proporción sexual de la descendencia (psd) de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Boletín de Entomología Venezolana**. v.11, p.27-32, 1996a.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletín de Entomología Venezolana**. v.11, p.149-153, 1996b.

HERNÁNDEZ, D.; FERRER, F.; LINARES, B. Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) en Yaritagua, Venezuela. **Agronomía Tropical**, v. 39, n. 4-6, p. 199-205, 1989.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H.F.G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abott & Smith, 1797). **O Biológico**, Campinas, v.19, p.105-113, 1953.

MANI, M. & KRISHNAMOORTHY, A. Susceptibility of *Telenomus remus* Nixon, an exotic parasitoid of *Spodoptera litura* (F.), to some pesticides. **Tropical Pest Management**. v.32, p.49-51, 1986.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estatísticas: comércio exterior brasileiro - exportações agropecuárias. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/COMERCIO\\_EXTERIOR\\_BRASILEIRO/8%5B1%5D.1.B.XLS](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/COMERCIO_EXTERIOR_BRASILEIRO/8%5B1%5D.1.B.XLS)>. Acesso em 05 jun. 2005.

MELO FILHO, G.A. de & RICHETTI, A. **Cadeia produtiva de algodão de Mato Grosso do Sul: eficiência econômica e produtividade**. Dourados: Embrapa CPAO, 2003. 72p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos da Embrapa Agropecuária Oeste, 54).

MILLEN, L. A força do algodão. **Atualidades Agrícolas**, São Bernardo do Campo, SP. dez/2004. p.6-13.

MOLINA-OCHOA, J.; CARPENTER, J.E.; HEINRICHS, E.A.; FOSTER, J.E. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basin: an inventory. **Florida Entomologist**. v.86, n.3, p.254-289, 2003.

MORESCO, E.R. **Progresso genético no melhoramento do algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. 2003. 79f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A. **Entomologia Econômica**. São Paulo: Livroceres, 314p., 1981.

OLIVEIRA, R.C. de. **Características biológicas, capacidade de parasitismo e tabela de vida de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), parasitóide de ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2005. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

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

PASSOS, S.M.G. **Algodão**. 2.ed. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977, 424p.

PEDRASI, T.C. & PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1986. p.227.

PICHO, H.G. de. Biología de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Peruana de Entomología**. v.30, p.29-32, 1987.

PIRES, D.X.; CALDAS, E.D.; RECENA, M.C.P. Uso de agrotóxicos e suicídios no Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v.21, n.2, p.598-605, 2005.

QUIMBRASIL. **Algodão**. São Paulo, 1980. p.38.

RECENA, M.C.P.; PIRES, D.X.; CALDAS, E.D. Acute poisoning with pesticides in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Science of the Total Environment**. v. 357, p.88-95, 2006.

RICHETTI, A. & MELO FILHO, G.A. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro herbáceo. In: **Algodão: informações técnicas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA. (Circular Técnica, 7), p.11-25, 1998.

SANKARAN, T. Natural enemies introduced in recent years for biological control of agricultural pests in Índia. **Indian Journal of Agricultural Science**. v.44, p.425-433, 1974.

SCHWARTZ, A. & GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**, v.19, n.4, p.482-492, 1974.

SUZUKI, D.K. **Impacto da aplicação de deltamethrin sobre infestações de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) e seus inimigos naturais, associados a *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (Malvaceae) (quiabeiro), em um agroecossistema do semi-árido do Estado de Pernambuco**. 2004. 116f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

TOMITA, R.Y. & BEYRUTH, Z. Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático. **Biológico**, São Paulo, v.64, n.2, p.135-142, 2002.

WADDILL, H. van & WHITCOMB, W.H. Release of *Telenomus remus* (Hym. Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Florida, U.S.A. **Biocontrol**. v.27, p.159-162, 1982.

WOJCIK, B.; WHITCOMB, W.H.; HABECK, D.H. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Florida Entomologist**. v.59, p.195-198, 1976.

ZUCCHI, R.A. & MONTEIRO, R.C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J.R.P. & ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, Fealq, p.121-150, 1997.

Capítulo 2

**QUANDO DECOLAR? EFEITO DA TEMPERATURA NA  
INICIAÇÃO DE VÔO DE *Telenomus remus* NIXON  
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**

## **CAPÍTULO 2 – QUANDO DECOLAR? EFEITO DA TEMPERATURA NA INICIAÇÃO DE VÔO DE *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**

**RESUMO** – A habilidade de voar constitui importante atributo na ecologia da maioria das espécies de insetos, sobremaneira porque habitualmente é pelo vôo que estes organismos se dispersam. Sabe-se que a temperatura desempenha importante papel na iniciação e manutenção desse vôo. Neste capítulo nós descrevemos os efeitos de um gradiente de temperatura na iniciação de vôo de *Telenomus remus* Nixon, parasitóide de ovos de lepidópteros. Foram utilizadas câmaras escuras de vôo formadas por cilindros de policloreto de vinila (10x21 cm) contendo os parasitóides detidos em um tubo de vidro (2x8 cm). O monitoramento da atividade de vôo foi realizado por um círculo de armadilha amarela adesiva (®Biotrap) que promoveu o fechamento da parte superior do cilindro. Nós testamos as temperaturas 18, 21, 24, 27, 30 e 33 °C acondicionando os cilindros em câmaras climatizadas (70±10% U.R. e 12 h de fotofase). Após a estabilização das temperaturas no interior dos cilindros, promoveu-se a liberação dos parasitóides, que foram mantidos neste ambiente por 24 h. A faixa de temperatura mais favorável à iniciação de vôo para fêmeas está entre 27 e 33 °C, enquanto a maior intensidade de vôo de machos ocorreu apenas a 27 °C, que tiveram a sua propensão ao vôo negativamente afetada pela emergência das fêmeas, enquanto estas, em temperaturas favoráveis, não hesitaram em abandonar o seu local de origem. As implicações destes e de outros resultados foram discutidos com base na bioecologia da espécie.

**Palavras-chave:** Dispersão, parasitóide de ovos, atividade de vôo, liberação, *Spodoptera* spp.

## WHEN TO TAKE OFF? THE EFFECT OF TEMPERATURE ON FLIGHT INITIATION OF *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)

**ABSTRACT** – The flight ability plays an important role in the ecology of most of insect species, mainly because most of the time they disperse through it. Temperature is very important on flight initiation and on its maintenance. This chapter deals with the effect of a temperature range on flight initiation of *Telenomus remus* Nixon, an egg parasitoid of lepidopterous pests. We used dark flight chambers made of polivinil chloride cylinders (10x21 cm) in which a glass tube (2x8 cm) with the parasitoids was placed. We sealed the top of the cylinder with a piece of yellow sticky trap (®Biotrap) tightly fitted, which was used to monitor the flight activity. Different constant temperatures (18, 21, 24, 27, 30, and 33 °C) were tested by putting the cylinders in acclimatized chambers (70±10% R.H. and 12 h photophase). The parasitoids were allowed to fly once temperature stabilize within the flight chambers. Twenty four hours later, the temperatures of all chambers were reduced to -6 °C for an additional 24 h. The most favourable temperature range for female flight initiation was 27-33 °C, whereas the larger flight intensity for males was at 27 °C. Flight propensity in males was negatively related to number of emerging females, whereas females in favourable temperatures did not hesitate in leaving out from their emerging site. The implications of these and others results were discussed based on the bioecology of this species.

**Keywords:** Dispersal, egg parasitoid, flight activity, release, *Spodoptera* spp.

## 1. INTRODUÇÃO

O surgimento de asas e a habilidade de voar constituíram papel fundamental na evolução dos insetos. É pelo vôo que, na maior parte dos casos, os insetos executam o fenômeno da dispersão (FOURNIER & BOIVIN, 2000), uma das principais formas de movimento realizadas pelos seres vivos (STENSETH & LIDICKER, 1992).

A dispersão constitui-se da redistribuição de uma população em um determinado espaço, e compõe um elemento fundamental na ecologia da maioria das espécies de insetos, sendo responsável por evitar competição, uniformidade genética e até mesmo mitigar as probabilidades de extinção em habitats efêmeros (DINGLE, 1984; LIDICKER Jr. & STENSETH, 1992). Quando este fenômeno ocorre por via aérea, parece evidente que a temperatura e as condições eólicas estão fortemente correlacionadas à iniciação, manutenção e direção do vôo (HINDS & OSTERBERGER, 1932; TAYLOR, 1963; HENDRICKS, 1967; ANDERSON & PASCHKE, 1970; DIXON & MERCER, 1983; WALTERS & DIXON, 1984; YU et al., 1984; FORSSE et al., 1992; GREATTI & ZANDIGIACOMO, 1995; BOURCHIER & SMITH, 1996; SMITH, 1996; MCDOUGALL & MILLS, 1997; FOURNIER & BOIVIN, 2000).

Em agroecossistemas, a identificação dos fatores que influenciam a dispersão de um inseto, assim como da contribuição de cada um desses fatores no processo dispersivo, pode auxiliar no controle de pragas; ou, no caso de um inimigo natural, pode contribuir para a elaboração de metodologias de liberação racionais.

*Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) é parasitóide de ovos de lepidópteros, muitos dos quais são considerados pragas em países da Ásia e Américas. Seu elevado potencial reprodutivo e sua facilidade de criação fazem deste inimigo natural um bom agente de controle biológico de lepidópteros, particularmente daqueles pertencentes ao gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) (CAVE, 2000). Originário de Sarawak e Nova Guiné

(WADDILL & WHITCOMB, 1982), sua introdução se deu no Brasil há pelo menos 20 anos (PEDRASI & PARRA, 1986). Desde então, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de se levantarem dados a respeito da sua bioecologia e de seu potencial enquanto agente de controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em agroecossistemas (FIGUEIREDO, 1998; FARIA, 2001; CARNEIRO, 2005; OLIVEIRA, 2005). Todavia, o que se percebe é uma escassez de estudos envolvendo aspectos que possam auxiliar a elaboração de metodologias de liberação, principalmente no que diz respeito à quantidade e distribuição de pontos de liberação, assim como à forma de se interagir com as condições ambientais para que esta liberação possa ser realizada de modo a se maximizar a eficiência do parasitóide.

Nosso interesse em se estudar o vôo de *T. remus* se deve ao fato desta habilidade constituir-se em um elemento crucial no processo dispersivo dos insetos, através do qual abrigo, alimento, parceiros e hospedeiros podem ser alcançados. Estando a temperatura intimamente relacionada com o vôo, é de se esperar que esta atividade ocorra em intensidades diferentes no decorrer das horas do dia; dos meses do ano; e/ou, por fim, em regiões com divergências climáticas, principalmente no Brasil, que possui elevada amplitude latitudinal. O conhecimento das respostas de vôo de um agente de controle biológico a gradientes de temperatura nos habilitaria a identificar a melhor hora do dia para se efetuarem as suas liberações em campo; assim como as regiões e os períodos do ano em que as liberações podem ou não ocasionar maior controle de pragas. Neste sentido, este capítulo descreve como se processa a iniciação de vôo de *T. remus* em resposta a um gradiente de temperatura, em condições de laboratório.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Insetos

Criações massais de *S. frugiperda* e *T. remus* foram conduzidas seguindo a metodologia de criação desenvolvida por CRUZ (2000). Para alimentação das larvas de *S. frugiperda* foi adotada a dieta artificial descrita por CAMPO et al. (1985), cuja composição básica envolve feijão, germe de trigo, levedura de cerveja, proteína texturizada de soja (PTS) e caseína. Em virtude da elevada tendência à prática de canibalismo, as larvas de *S. frugiperda* foram individualizadas em câmaras compostas de copos plásticos descartáveis (4x5cm, 50 ml) fechados com discos de acrílico. As câmaras foram dispostas em suportes de isopor e mantidas em sala climatizada ( $25\pm 1$  °C,  $70\pm 10$  % UR, e fotofase de 12 horas). Ao atingirem a fase de pupa, os insetos foram retirados das câmaras e transferidos para gaiolas formadas por cilindros de policloreto de vinila (PVC, 10x21 cm), internamente revestidas por uma folha de papel sulfite branco (Figura 1) O papel serviu como substrato para oviposição, facilitando a coleta dos ovos. As gaiolas foram dispostas na posição vertical em prateleiras de aço, tendo as partes inferiores fechadas por tampas plásticas forradas com papel toalha e a superior por um recorte de tule preso com elástico de borracha. A partir da emergência, os adultos foram alimentados com solução aquosa de mel a 10% oferecida em chumaços de algodão hidrófilo protegidos por tampas de garrafa PET (polietileno tereftalado), dispostos sobre o tule. A renovação do alimento e a coleta dos ovos foram realizadas diariamente com a retirada e troca das folhas de papel de cada gaiola. As massas de ovos foram recortadas cuidadosamente das folhas, não sendo submetidas a nenhum tipo de tratamento de desinfecção.



**Figura 1.** Sistema para obtenção de posturas de *S. frugiperda*: a - gaiola de PVC; b - disposição do alimento sobre o tule e adultos; c – transferência de adultos entre gaiolas; e – retirada da folha de papel contendo posturas.

Os adultos de *T. remus* foram multiplicados a partir de uma população inicial obtida no Laboratório de Criação de Insetos (LACRI), da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG. Os ovos parasitados foram alojados em potes de vidro (0,5 L) e depois mantidos em câmara climatizada ( $25\pm 1$  °C,  $70\pm 10$  % UR e 12 h de fotofase). A partir da emergência dos adultos, 60 posturas de *S. frugiperda* (recém-ovipositadas), com pelo menos 100 ovos, foram submetidas à oviposição por *T. remus*, por 24 h. Após esse período as posturas foram recolhidas, individualmente acondicionadas em tubos de ensaio de fundo chato (2x8 cm) fechados com um chumaço de algodão hidrófobo (Figura 2), e incubadas em câmara climatizada ( $25\pm 1$  °C,  $70\pm 10$  % UR e 12 h de fotoperíodo), aonde permaneceram por 13 dias, até a emergência dos adultos.

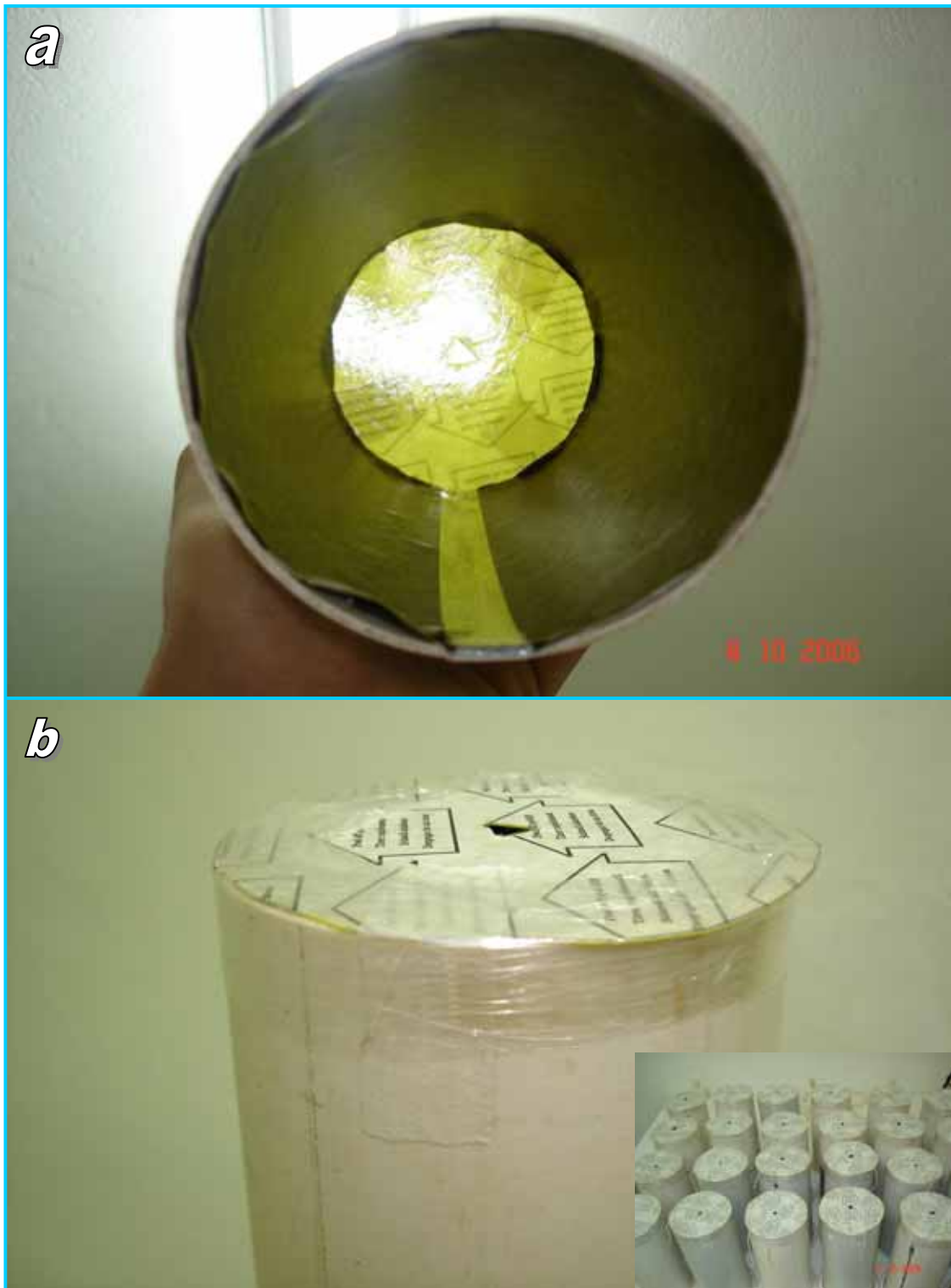


**Figura 2.** Tubo de ensaio de fundo chato contendo postura de *S. frugiperda* parasitada por *T. remus*.

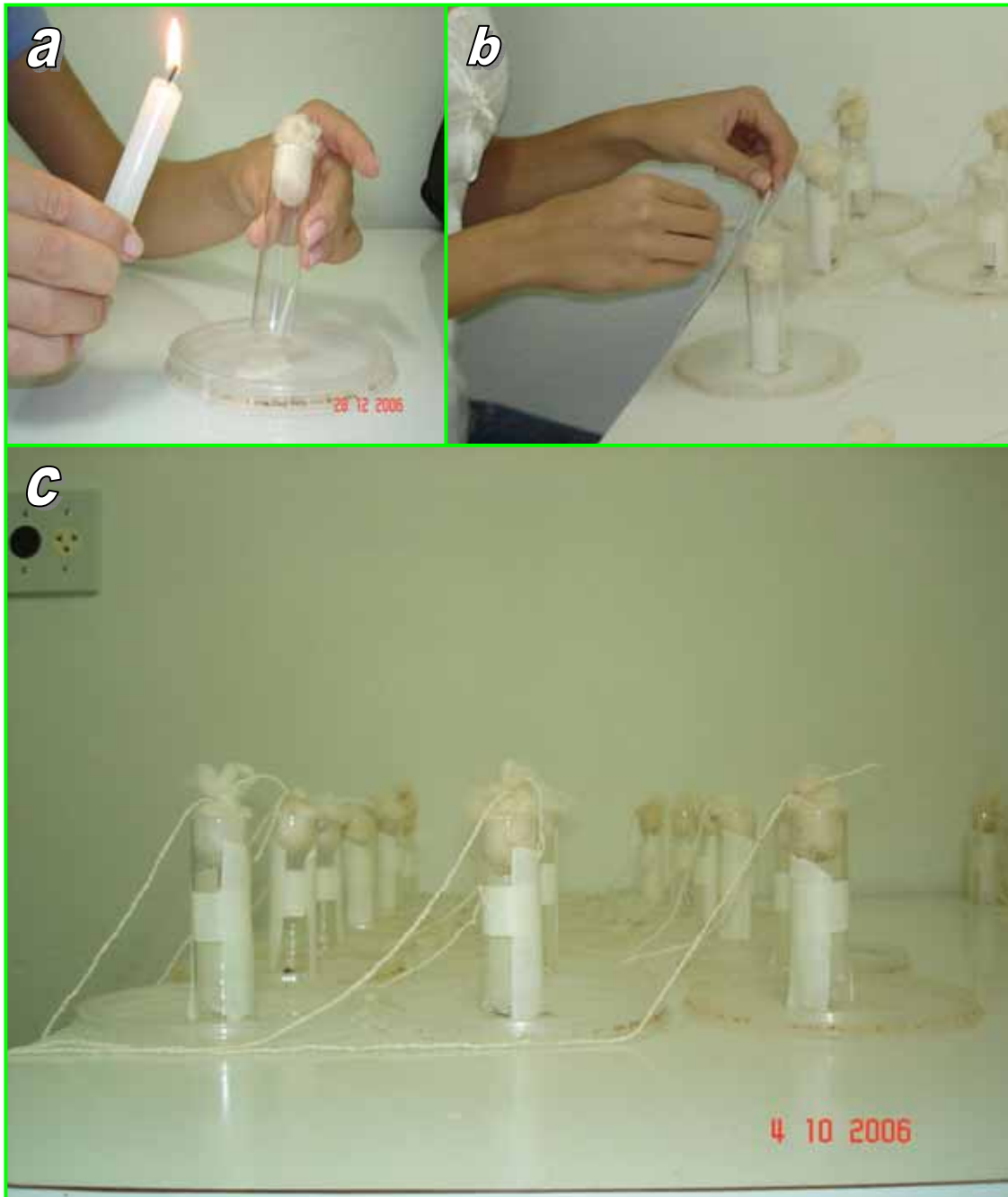
## 2.2. Procedimentos experimentais

### 2.2.1. Câmara de vôo

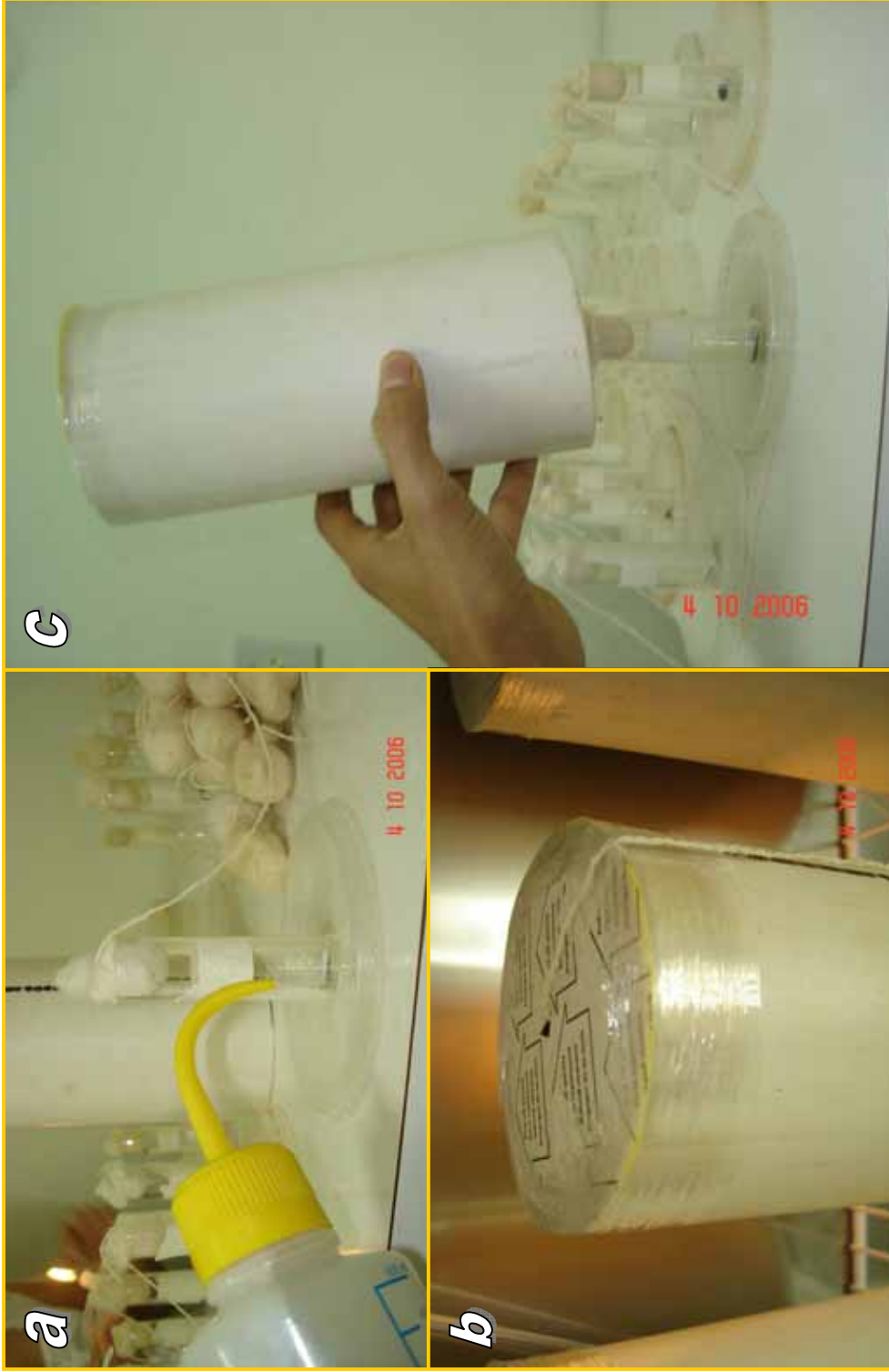
O teste de iniciação de vôo foi realizado em câmaras formadas por cilindros de PVC (10x21 cm) semelhantes aos utilizados na criação de adultos de *S. frugiperda*, porém, revestidos internamente com papel preto (adaptado de FORSSE et al., 1992). A abertura superior do cilindro foi fechada com um círculo de armadilha amarela adesiva (®Biotrap) ajustado à sua borda. As bordas do cilindro e da armadilha foram cobertas com filme plástico de PVC (Figura 3). Logo após a emergência dos parasitóides, os tubos de vidro foram fixados individualmente no centro de tampas plásticas (11 cm de diâmetro), utilizando-se parafina, e então amarrou-se a ponta de um barbante de 30 cm de comprimento ao chumaço de algodão de cada tubo (Figura 4). A extremidade livre do barbante foi atravessada pelo interior do cilindro de PVC, sendo exteriorizada por um orifício presente no centro da armadilha amarela adesiva, quando então, finalmente, o cilindro foi sobreposto ao tubo de vidro, tendo sua base encaixada na tampa plástica, de forma a cerrar o sistema (Figura 5). Ao ser puxado, este barbante viabilizou a retirada do algodão do tubo para liberação dos parasitóides. Uma lâmina d'água + detergente foi disposta no assoalho de cada tampa de forma a vedar o sistema, impedindo o escape dos insetos por potenciais brechas entre o tubo de PVC e a tampa plástica; e visando ilhar o tubo de vidro contendo os parasitóides, para que estes não pudessem andar até as paredes da câmara (Figura 5). Desta forma, foi possível garantir que todos os insetos capturados pela armadilha chegaram até ela obrigatoriamente voando.



**Figura 3.** *a* - Cilindro de PVC com abertura superior fechada por um círculo de armadilha amarela adesiva, evidenciando o revestimento interno; *b* - cobertura das bordas por filme plástico de PVC.



**Figura 4.** *a* - Fixação dos tubos de vidro nas tampas plásticas com parafina; *b* - detalhe da amarração do barbante no chumaço de algodão; *c* - detalhe dos tubos já fixados nas tampas e do barbante já amarrado ao algodão.



**Figura 5.** a - Deposição da lâmina d'água + detergente no assoalho da tampa; b - extremidade livre do barbante exteriorizada após ter sido atravessada pelo interior do cilindro de PVC; c - sobreposição do cilindro ao tubo de vidro e encaixe de sua base na tampa plástica.

### 2.2.2. Desenho experimental

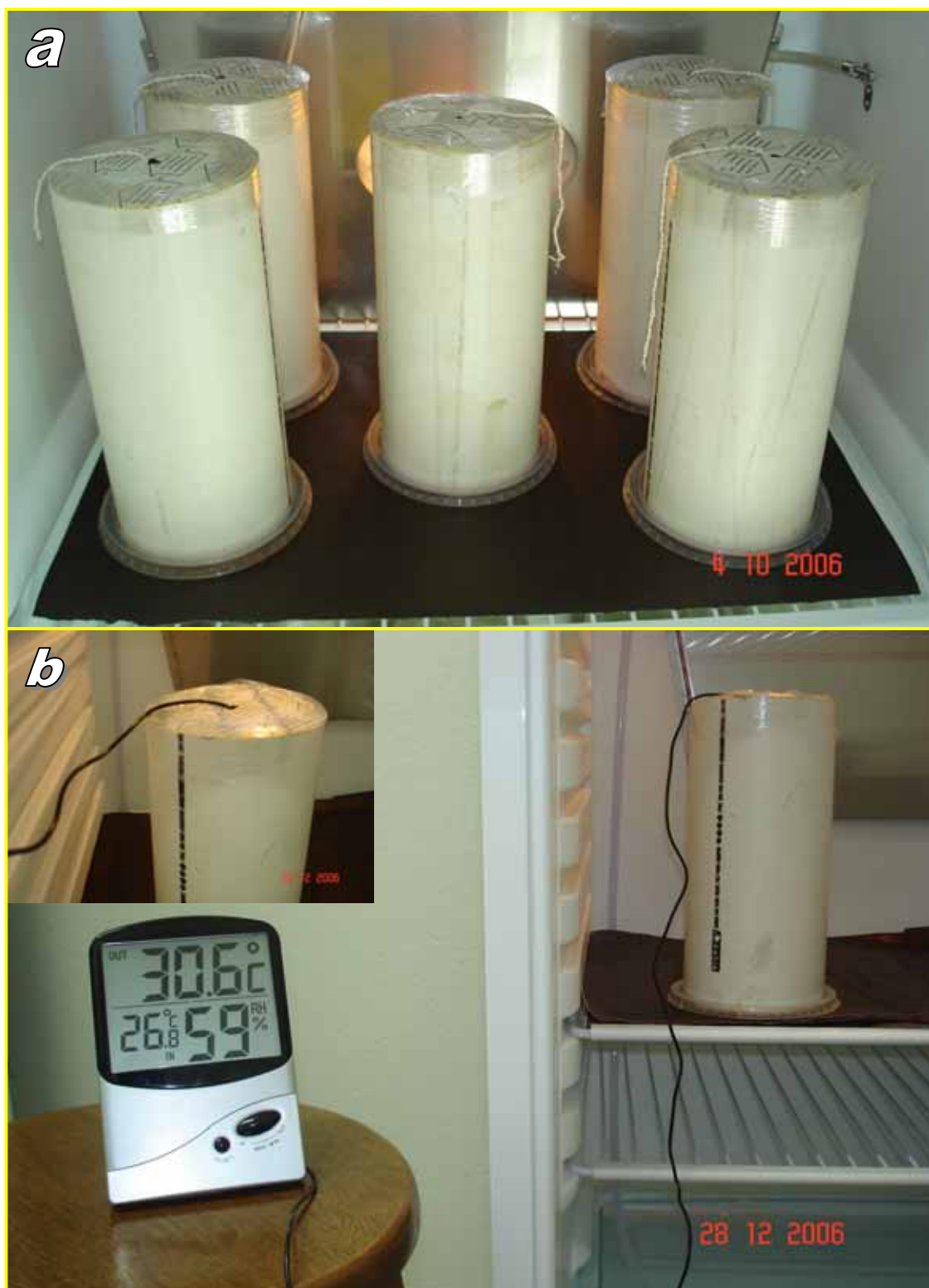
As câmaras de vôo contendo os parasitóides foram dispostas nas prateleiras de câmaras climatizadas ( $70 \pm 10$  % U.R. e 24 h de fotofase), forradas com papel preto (Figura 6), sob temperaturas de 18, 21, 24, 27, 30 e 33 °C. O papel preto serviu para impedir a entrada de luz pela parte inferior da câmara, o que poderia levar a uma grande concentração de parasitóides no fundo do tubo de vidro - já que *T. remus* apresenta fototropismo positivo – e evitaria que os insetos alocassem energia para sair do tubo. Para cada tratamento foram utilizadas dez câmaras de vôo, contendo, cada uma, entre 100 e 300 indivíduos de *T. remus* recém emergidos. Um termômetro com sensor remoto foi utilizado para medir a temperatura no interior dos cilindros (Figura 6). Assim que a temperatura dos cilindros atingiu estabilidade procedeu-se a liberação dos parasitóides, que ocorreu puxando-se o barbante amarrado ao chumaço de algodão, dando início ao teste. Após este procedimento, o orifício que serviu de passagem para o barbante foi fechado com fita crepe.

O teste teve duração de 24 h. Após este período a temperatura de todas as câmaras foi diminuída a -6 °C visando a morte dos parasitóides remanescentes nos tubos, permanecendo assim por 24 h, quando então se procedeu a contagem dos insetos. Avaliaram-se as percentagens de parasitóides que permaneceram no tubo de vidro e que foram capturados pela armadilha amarela adesiva.

### 2.2.3. Análise

Os dados foram padronizados e explorados de forma multivariada por meio da análise hierárquica de agrupamento (*Cluster Analysis*), utilizando-se o software *Statistica* (©StatSoft, Inc., 2001, *Data Analysis Software System*, versão 6.0). As variáveis submetidas à análise foram: percentagem de machos, de fêmeas e de machos e fêmeas que iniciaram vôo. Avaliaram-se o número de machos e fêmeas de *T. remus* presentes nos tubos de vidro e nas armadilhas amarelas adesivas. Os resultados foram também submetidos à análise de variância, sob esquema fatorial 2x6, sendo os fatores constituídos pelo sexo e

pela temperatura; e à análise de regressão polinomial; em ambos os casos utilizando o Sistema para Análises Estatísticas (ESTAT, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, versão 2.0).



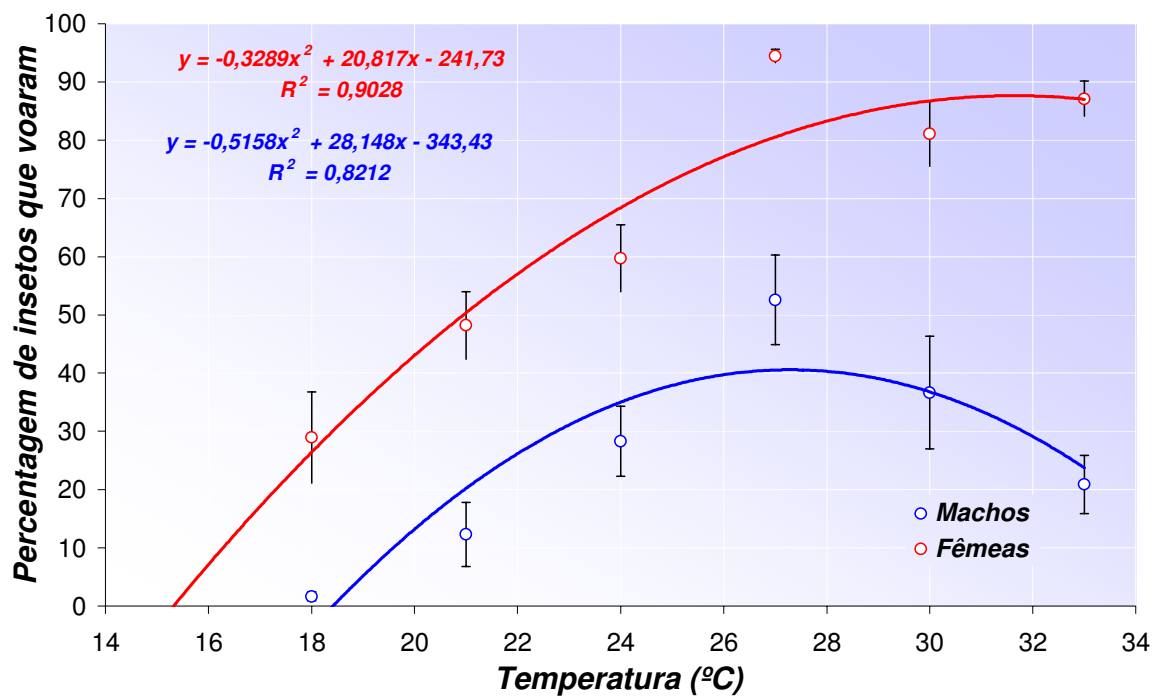
**Figura 6.** *a* - papel preto forrando as prateleiras que sustentaram as câmaras de vôo nas câmaras climatizadas ( $70 \pm 10$  % U.R. e 24 h de fotoperíodo); *b* – mensuração da temperatura no interior do cilindro usando termômetro com sensor remoto.

### 3. RESULTADOS

Machos e fêmeas de *T. remus* apresentaram atividade de vôo entre 18 e 33 °C (Figura 7). As curvas de resposta de vôo à temperatura demonstraram crescimento quase linear da atividade de vôo até os 27 °C para ambos os sexos, quando então o incremento na temperatura promove um decréscimo da atividade nos machos, enquanto nas fêmeas há tendência à estabilização. A temperatura mínima para que comece a ser notada alguma freqüência de vôo de machos é 18°C, enquanto a projeção da curva até a ordenada zero estima a temperatura mínima para iniciação de vôo de fêmeas em torno de 15 °C. Os elevados coeficientes de determinação ( $R^2$ ) demonstram a confiabilidade dos modelos.

A análise de variância indicou que houve interação entre os fatores sexo e temperatura (Tabela 1), sendo que a porcentagem de fêmeas que alçaram vôo foi significativamente superior à de machos em todas as temperaturas testadas (Figura 8). Logo, é possível interpretar que a temperatura afetou de formas distintas a iniciação de vôo de machos e fêmeas de *T. remus*.

A maior atividade de vôo ocorreu nas temperaturas de 27 e 30 °C, e entre 27 e 33 °C, para machos e fêmeas de *T. remus*, respectivamente. A 18°C essa atividade foi praticamente nula entre os machos, enquanto nesta temperatura 30% das fêmeas alçaram vôo (Figura 8).



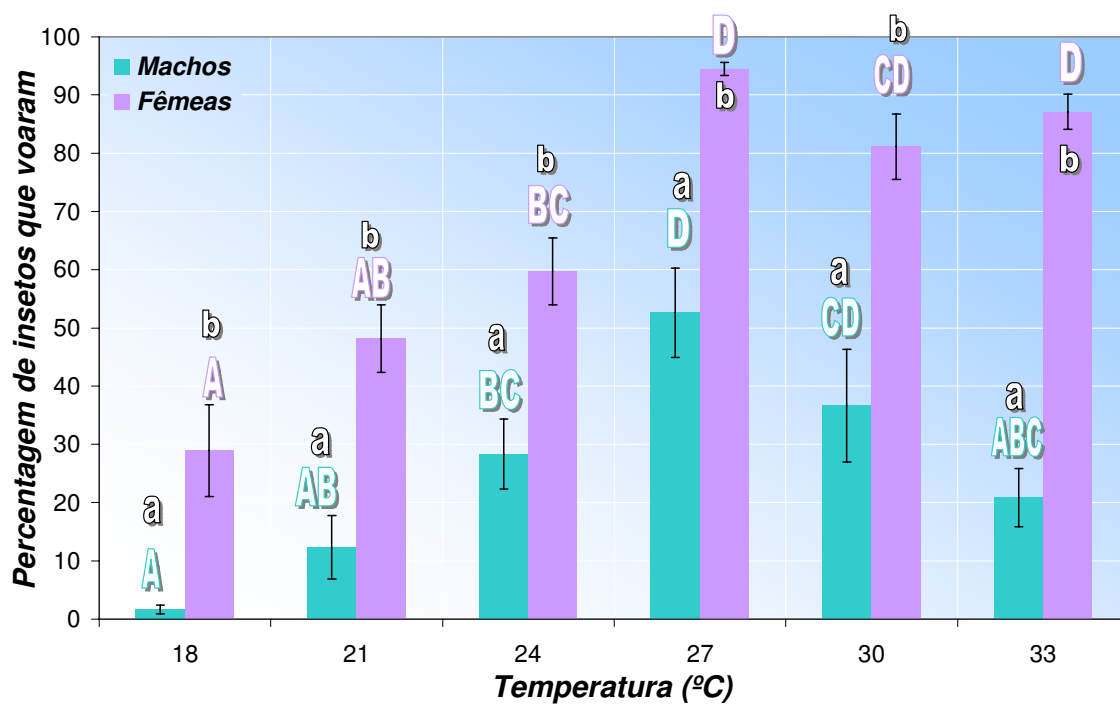
**Figura 7.** Curvas ( $\pm$  EPM) de atividade de vôo de machos e fêmeas de *T. remus* submetidos a um gradiente de temperatura<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Cada ponto representa a média de 10 cilindros acondicionados em câmara climatizada (70 $\pm$ 10 % U.R. e 24 h de fotoperíodo) por 24h.

**Tabela 1.** Valores de  $F$ , graus de liberdade, e valores de  $P$  para a análise de variância da percentagem de parasitóides capturados nas armadilhas amarelas adesivas (Coeficiente de Variação = 39,5%).

CAUSA DA VARIAÇÃO	VALOR DE F
Interação Sexo x Temperatura	3,8**
Temperatura dentro de Sexo (machos)	10,47**
Temperatura dentro de Sexo (fêmeas)	19,84**
Sexo dentro de Temperatura (18 °C)	11,48**
Sexo dentro de Temperatura (21 °C)	15,03**
Sexo dentro de Temperatura (24 °C)	19,85**
Sexo dentro de Temperatura (27 °C)	27,04**
Sexo dentro de Temperatura (30 °C)	30,47**
Sexo dentro de Temperatura (33 °C)	78,31**

\*\* Valor de  $P \leq 0,01$ .

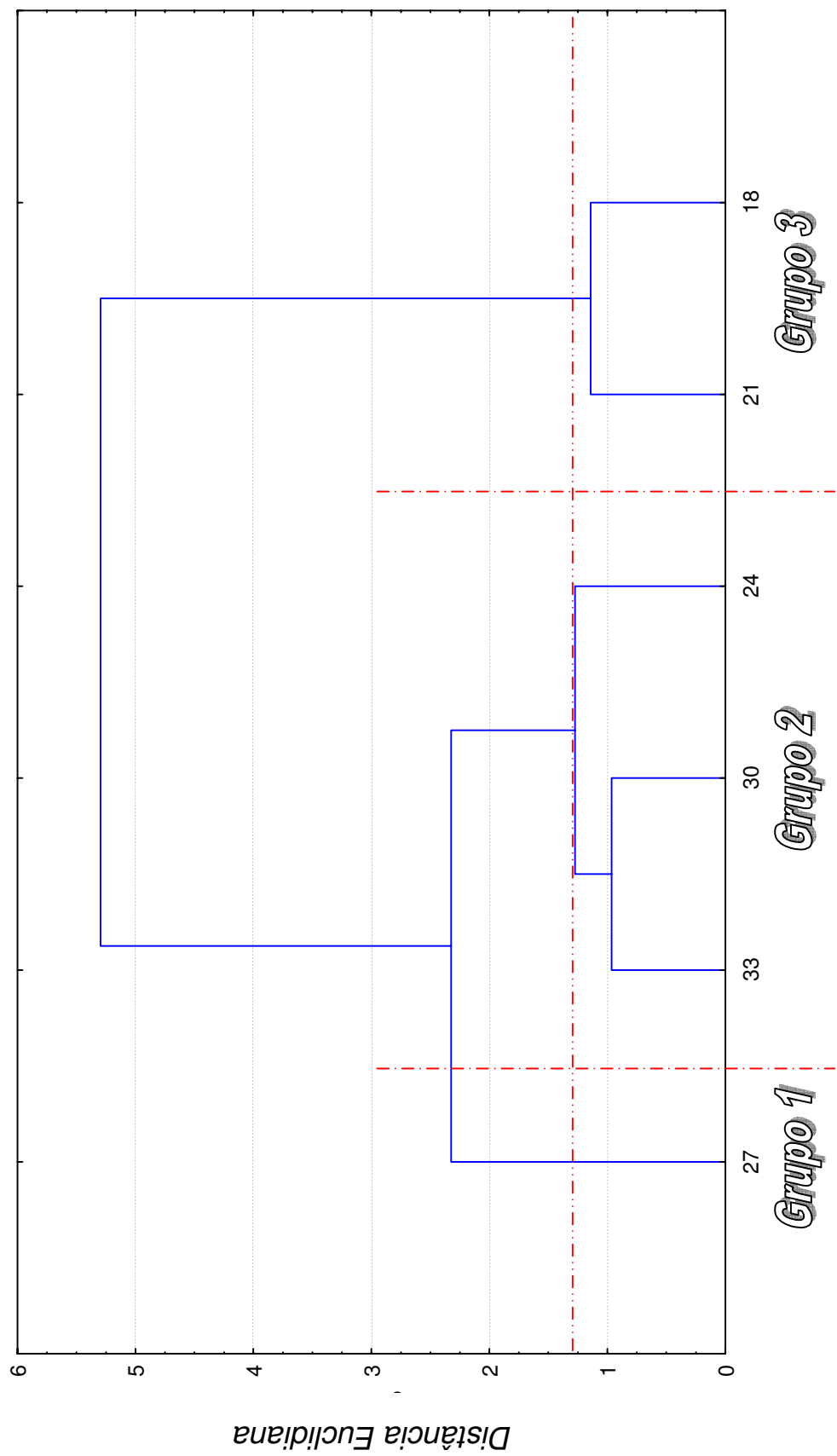


**Figura 8.** Frequência de voo ( $\pm$  EPM) de machos e fêmeas de *T. remus* submetidos a diferentes temperaturas<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Cada barra representa a média de 10 cilindros acondicionados em câmara climatizada (70 $\pm$ 10 % U.R. e 24 h de fotoperíodo) por 24 h;

<sup>2</sup>Letras maiúsculas iguais dentro de sexo e minúsculas entre sexos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

A análise hierárquica de agrupamento revelou a existência de três grupos principais (Figura 9). O “grupo 1” e o “grupo 3”, mais distantes entre si do que as outras combinações de grupos possíveis, representam, respectivamente, a temperatura que mais estimulou e as que mais inibiram a atividade de vôo de *T. remus*. Nota-se que, com exceção da temperatura de 27 °C que se destacou a ponto de ter sido isolada em um grupo, as temperaturas foram agrupadas em seqüência. Esse fato, aliado ao isolamento da temperatura de 27 °C e sua localização na extremidade oposta ao grupo inibidor da atividade de vôo, denota que houve uma tendência ao incremento desta atividade até atingir o clímax na temperatura de 27 °C, quando começou então a cair. Estes dados ajudam na compreensão do efeito da temperatura na iniciação de vôo da espécie, independentemente do sexo.



**Figura 9.** Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamento exibindo os grupos de temperatura formados segundo o efeito que causam à iniciação de vôo de machos e fêmeas de *T. remus* em câmaras de vôo acondicionadas em câmara climatizada ( $70 \pm 10$  % U.R. e 24 h de fotofase) por 24 h.

#### 4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com as três ferramentas analíticas utilizadas demonstraram que estes três tipos de métodos se complementam e podem ser utilizados para explorar dados envolvendo o efeito da temperatura sobre atividade de vôo de insetos. A análise de agrupamento, pouco utilizada neste tipo de estudos, assumiu papel importante na determinação do efeito da temperatura na iniciação de vôo da espécie, por possibilitar a consideração das variáveis “machos”, “fêmeas” e “machos e fêmeas” simultaneamente. O estudo deste efeito pela análise de variância só seria possível considerando-se a soma total (machos+fêmeas) de insetos que iniciaram vôo, o que, caso a razão sexual não fosse equilibrada, poderia mascarar os resultados. O potencial da análise de agrupamento foi ressaltado por FERRAUDO (2006), considerada como uma poderosa ferramenta analítica aplicável a todas as áreas de conhecimento, por ter o potencial de revelar estruturas em banco de dados que não poderiam ser descobertas por outros meios.

A iniciação de vôo de *T. remus* só ocorrerá caso as condições de temperatura sejam favoráveis. As diferentes intensidades de atividade de vôo apresentadas por machos e fêmeas independentemente da temperatura parecem estar ligadas mais a fatores ecológicos do que fisiológicos. De acordo com MATHEWS (1975), machos de parasitóides voam menos e mais tarde do que as fêmeas porque eles patrulham o local de emergência objetivando o acasalamento com as fêmeas emergentes. Feromônios provavelmente representam importante papel nesta interação e, podem inibir ou atrasar a iniciação de vôo de parasitóides machos em testes de cilindro (FORSSE et al., 1992). CAVE (2000) reportou que, após a emergência, os machos de *T. remus* permanecem na mesma massa de ovos da qual emergiram ou saem à procura de outras massas contendo hospedeiros parasitados para se colocarem à espera da emergência de fêmeas. OLIVEIRA (2005), estudando o comportamento de *T. remus*, observou que os machos emergem algumas horas

antes das fêmeas e permanecem estáticos ao lado dos ovos do hospedeiro à espera da emergência das fêmeas, auxiliando-as neste processo para logo após proceder-se a cópula. Neste caso, conforme a teoria de MATHEWS (1975), os machos de *T. remus* apresentam menor atividade de vôo porque eles vigiam o local de emergência à espera de fêmeas, ao passo que nada parece induzir a permanência das fêmeas em seu local de emergência, que saem em busca de hospedeiros. SCHWARTZ & GERLING (1974) reportaram que o comportamento sexual dos machos de *T. remus* é aparentemente guiado por feromônios advindos das fêmeas e que, após a cópula, estas se tornam pouco atrativas aos machos, que se mantêm à procura de fêmeas virgens. A não atratividade de fêmeas acasaladas a machos foi também observada em nosso estudo, uma vez que a quantidade em média oito vezes maior (nas três maiores temperaturas testadas) de fêmeas presas nas armadilhas do que aquelas presentes nos tubos não foi suficiente para atrair a maioria dos machos. É possível que a presença de caimônios de *S. frugiperda* presentes nos pupários de onde emergiram as fêmeas acabem favorecendo a permanência dos machos no local de emergência, mesmo depois de todas as fêmeas da massa de ovos terem emergido e acasalado.

Em liberações inundativas, aonde o que interessa realmente é a atividade das fêmeas, uma vez que são elas que de fato realizam o controle, a menor atividade de vôo de machos não representa necessariamente redução no potencial deste inimigo natural enquanto agente de controle biológico. Todavia, a realização de liberações inoculativas em agroecossistemas cuja temperatura média seja menor que 21 °C não parece ser indicada, visto que a elevada taxa de permanência dos machos em seu local de emergência pode resultar em altas taxas de cruzamentos consangüíneos, o que conseqüentemente resultará em perda de variabilidade genética ao longo das gerações e, em última instância, em extinção da população.

OLIVEIRA (2005), estudando o efeito de um gradiente de temperatura próximo ao deste estudo (15 a 35 °C) sobre aspectos biológicos de *T. remus*, constatou que as fêmeas deste parasitóide são aptas a parasitar seus

hospedeiros em temperaturas de 15 a 31 °C, com melhor performance a partir dos 20 °C, enquanto a percentagem de emergência foi significativamente superior entre 20 e 31 °C. Estes dados, aliados aos nossos resultados, indicam que a liberação dos parasitóides em horários cuja temperatura esteja na faixa de 20 a 31 °C elevará os níveis de atividade do inseto e, conseqüentemente, a sua eficiência enquanto agente de controle biológico. Uma vez que é durante o dia que ocorrem as maiores probabilidades desta faixa de temperatura acontecer, provavelmente *T. remus* apresenta atividade preferencialmente diurna. Neste caso, para efeito de estudos de dispersão, seria interessante que apenas as condições meteorológicas relativas ao período diurno fossem levadas em consideração.

Uma vez que as plantas podem criar um microclima particular, é importante para efeito das liberações, que os dados de temperatura sejam coletados entre as folhas das plantas da cultura que receberá os insetos a serem liberados. Aliás, é este microclima que pode acabar favorecendo a atividade de *T. remus* em regiões de temperaturas muito elevadas, uma vez que a sombra das folhas pode amenizar a temperatura.

Segundo FORSSE et al. (1992), se o vôo de parasitóides liberados de forma inundativa é importante para o sucesso do controle biológico, então a faixa de temperatura para o vôo será um parâmetro essencial no controle de qualidade em criações massais. O efeito da temperatura sobre o parasitismo e longevidade de *T. remus* tem sido bastante estudado (GUPTA & PAWAR, 1985; GAUTAM, 1986 e OLIVEIRA, 2005), todavia, seu efeito sobre a atividade de vôo não tem sido considerado, mesmo sendo este um atributo essencial para o processo dispersivo de insetos e, por sua vez, no caso de inimigos naturais, para a sua eficiência no controle de pragas. Nosso estudo revelou o elevado peso deste fator na atividade de vôo de *T. remus* e, conseqüentemente, a necessidade de se considerá-lo em programas de liberação, sob pena de alcançar o insucesso.

## 5. CONCLUSÕES

A temperatura é fator chave na iniciação de vôo de machos e fêmeas de *T. remus*, sendo estas últimas mais ativas, necessitando de 3°C a menos que seus parceiros para se tornarem capazes de executar alguma frequência de iniciação de vôo, que só passa a ocorrer com machos a partir de 18°C. Além disso, independentemente da temperatura, essa frequência é sempre superior para fêmeas quando em comparação aos seus parceiros. As temperaturas 27, 30 °C e 27, 30, 33 °C são as que mais favorecem a iniciação de vôo de machos e fêmeas de *T. remus*, respectivamente. Desta forma, pode-se deduzir que o fator temperatura apresenta forte interação com o sexo dos indivíduos.

Por fim, pode-se concluir que temperatura é uma variável meteorológica que deve ser considerada na criação ou adaptação de metodologias de liberação racionais de *T. remus* em condições de campo, tanto para melhorar a sua eficiência de controle, como para evitar que a liberação ou até mesmo o programa de controle biológico como um todo não alcancem sucesso.

## 6. REFERÊNCIAS

ANDERSON, R.C. & PASCHKE, J.D. Factors affecting the post release dispersal of *Anaphes flavipes* (Hymenoptera: Mymaridae), with notes on its post release development, efficiency and emergence. **Annals of the Entomological Society of America**. v.63, p.820-828, 1970.

BOURCHIER, R.S. & SMITH, S.M. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et applicata**. v.80, p.461-468, 1996.

CAMPO, C.B.H.; OLIVEIRA, E.B.; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*)**. Londrina: Embrapa CNPSo, 1985. 23p. (Embrapa Soja. Documentos da Embrapa Soja, 10).

CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**. v.21, p.21-26, 2000.

CARNEIRO, T.R. **Aspectos bioecológicos da interação *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2005. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). In: BUENO, V.H.P. (Ed.) **Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade**. UFLA, Lavras, p.112-135, 2000.

DINGLE, H. Behavior, genes, and life histories: complex adaptations in uncertain environments. In: PRICE, W.; SLOBODCHIKOFF, C.N.; GAUD, W.S. **A new**

**ecology: novel approaches to interactive systems.** Wiley, Nova Iorque, p.544, 1984.

DIXON, A.F.G. & MERCER, D.R. Flight behaviour in the sycamore aphid: factors affecting take-off. **Entomologia Experimentalis et applicata.** v.33, p.43-49, 1983.

FARIA, C.A. de. **Resposta de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a voláteis de plantas e ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).** 2001. 50f. il. Dissertação (Mestrado Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

FERRAUDO, A.S. **Técnicas de análise multivariada.** 15p. Apostila distribuída no Curso de Análise Exploratória de dados (Análise Multivariada), realizado no período de 24 de agosto a 30 de setembro de 2006, na FCAV/UNESP.

FIGUEIREDO, M. de L.C. **Potencial de controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae).** 1998. 76f. Dissertação (Mestrado Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FORSSE, E.; SMITH, S.M.; BOURCHIER, R.S. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*: effects of ambient temperature, mates, food, and host eggs. **Entomologia Experimentalis et applicata.** v.62, p.147-154, 1992.

FOURNIER, F. & BOIVIN, G. Comparative dispersal of *Trichogramma evanescens* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in relation to environmental conditions. **Environmental Entomology.** v.29, p.55–63, 2000.

GAUTAM, R.D. Effect of different temperatures and relative humidities on the efficiency of parasitoid, *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera) in the laboratory. **Journal of Entomological Research**. v.10, p.34-39, 1986.

GREATTI, M. & ZANDIGIACOMO, P. Postrelease dispersal of *Trichogramma brassicae* Bezdenko in corn fields. **Journal of Applied Entomology**. v.119, p.671-675, 1995.

GUPTA, M.; PAWAR, A.D. Multiplication of *Telenomus remus* Nixon on *Spodoptera frugiperda* (Fabricius) reared on artificial diet. **Journal of Advanced Zoology**. v.6, p.13-17, 1985.

HENDRICKS, D.E. Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. **Journal of Economic Entomology**. v.60, p.1367-1371, 1967.

HINDS, W.E. & OSTERBERGER, B.A. Results of *Trichogramma* colonization on sugar-cane borer damage in Louisiana in 1931. **Journal of Economic Entomology**. v.25, p.57-64, 1932.

LIDICKER Jr., W.Z. & STENSETH, N.C. To disperse or not to disperse: who does it and why? In: STENSETH, N.C. & LIDICKER Jr., W.Z. (Eds.) **Animal dispersal: small mammals as a model**. Londres, Chapman & Hall, p.21–36, 1992.

MATHEWS, R.W. Courtship in parasitic wasps. In: PRICE, P.W. (Ed.). **Evolutionary Strategies of Parasitic Insects and Mites**. Nova Iorque, Plenum, p.66-86, 1975.

MCDUGALL, S.J. & MILLS, N.J. Dispersal of *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hym., Trichogrammatidae) from point-source releases in an apple orchard in California. **Journal of Applied Entomology**. v.121, 205-209, 1997.

OLIVEIRA, R.C. de. **Características biológicas, capacidade de parasitismo e tabela de vida de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), parasitóide de ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2005. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

PEDRASI, T.C. & PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1986. p.227.

SCHWARTZ, A. & GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**. v.19, p.482-492, 1974.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**. v.41, p.375–406, 1996.

STENSETH, N.C. & LIDICKER Jr., W.Z. The study of dispersal: a conceptual guide In: STENSETH, N.C. & LIDICKER Jr., W.Z. (Eds.) **Animal dispersal: small mammals as a model**. Londres, Chapman & Hall, p.5-8, 1992.

TAYLOR, L.R. Analysis of the effect of temperature on insects in flight. **The Journal of Animal Ecology**. v.32, p.99-117, 1963.

WALTERS, K.F.A. & DIXON, A.F.G. The effect of temperature and wind on the flight activity of cereal aphids. **Annals of Applied Biology**. v.104, p.17-26, 1984.

WADDILL, H. van & WHITCOMB, W.H. Release of *Telenomus remus* (Hym. Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Florida, U.S.A. **Biocontrol**. v.27, p.159-162, 1982.

YU, D.S.K.; LAING, J.E.; HAGLEY, A.C. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in an apple orchard after inundative releases. **Environmental Entomology**. v.13, p.371-374, 1984.

Capítulo 3

**DISPERSÃO DE *Telenomus remus* NIXON  
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE): SÃO A VELOCIDADE  
E A DIREÇÃO EÓLICAS MOCINHAS OU VILÃS?**

### **CAPÍTULO 3 – DISPERSÃO DE *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE): SÃO A VELOCIDADE E A DIREÇÃO EÓLICAS MOCINHAS OU VILÃS?**

**RESUMO** – Para o cálculo do número ideal de pontos de liberação de um agente de controle biológico por unidade de área é fundamental que sejam realizados estudos sobre sua dispersão. Sabe-se que o vento pode afetar este processo. Neste capítulo nós estudamos a dispersão de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) em dois agroecossistemas de algodoeiro e descrevemos os efeitos da velocidade e direção eólicas sobre este fenômeno. O monitoramento da dispersão foi realizado por meio de armadilhas adesivas às 24, 48, 72, 96 e/ou 120h após sua liberação no centro das parcelas. Observou-se interação entre a velocidade do vento e a orientação de vôo dos insetos. Sob ventos de 2,5 m/s o vôo foi predominantemente passivo e a distância percorrida foi inferior na orientação de vôo contrária à direção eólica. Ventos de 1,25 m/s viabilizaram distribuição uniforme dos insetos. Foi observada atividade dispersiva por pelo menos 120h após a liberação, sendo o número de insetos coletados inversamente proporcional ao tempo pós-liberação. A maior distância média percorrida (11,34 m) foi atingida 96h após a liberação. Modelos de número e espaçamento entre pontos de liberação foram sugeridos para ambas as situações de velocidade eólica.

**Palavras-chave:** vento, liberação, movimento horizontal, algodoeiro, *Gossypium hirsutum* L., parasitóide

**DISPERSAL OF *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE): ARE THE WIND SPEED AND WIND DIRECTION FRIENDS OR FOES?**

**ABSTRACT** – The study of a dispersal pattern is fundamental to estimate the ideal number of release points of a biological control agent in an area. We know that the wind can affect this process. In this chapter we studied the dispersal of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) in two cotton agroecosystems and described the effects of wind speed and wind direction on this phenomenon. The dispersal was monitored using sticky traps at 24, 48, 72, 96 and/or 120 h after release that occurred in the center of the plots. We observed interaction between wind speed and the flight direction. Under winds near 4.4 m/s the flight was predominantly passive and the distance covered was smaller when the flight direction was contrary to wind direction. Winds near 1.25 m/s allowed an uniform distribution of the insects. The dispersal was observed at least until 120h after the release, and the number of insects captured was smaller by the length of time after release. The longest mean of distance (11.34 m) was covered 96h after the release. Models of number and spacing among release points were suggested for both situations of wind speed.

**Keywords:** wind, release, horizontal movement, cotton, *Gossypium hirsutum* L., parasitoid

## 1. INTRODUÇÃO

A habilidade de se movimentar, em algum estágio de desenvolvimento, é fundamental para o sucesso da vida (SUGDEN & PENNISI, 2006). Esse movimento, de acordo com LIDICKER Jr. & STENSETH (1992), pode ser dividido conforme a forma, circunstância e razão pelas quais ocorre, em três tipos: dispersão, migração e comportamento de afastamento. A dispersão, ou seja, a redistribuição de uma população em um determinado espaço de forma difusiva, compõe um elemento fundamental na ecologia da maioria das espécies de insetos, podendo, segundo DINGLE (1984) e LIDICKER Jr. & STENSETH (1992), evitar competição, uniformidade genética e até mesmo mitigar as probabilidades de extinção em habitats efêmeros.

É sabido que tanto fatores bióticos (alimento, hospedeiro e parceiros) e abióticos (temperatura, umidade, radiação solar e condições eólicas) estão intimamente relacionados com este processo, em maior ou menor grau, instigando seu início e guiando sua direção. Vários estudos têm revelado a importância das variáveis meteorológicas no processo de dispersão de insetos de diversas ordens (TAYLOR, 1963; JUILLET, 1964; VANWOERKOM et al., 1983; WALTERS & DIXON, 1984; HUNT et al., 2001; ISARD et al., 2001). Quando este fenômeno ocorre por via aérea, parece evidente que a temperatura e as condições eólicas estão fortemente correlacionadas à iniciação, manutenção e direção do vôo (HINDS & OSTERBERGER, 1932; HENDRICKS, 1967; ANDERSON & PASCHKE, 1970; DIXON & MERCER, 1983; WALTERS & DIXON, 1984; YU et al., 1984; FORSSE et al., 1992; GREATTI & ZANDIGIACOMO, 1995; BOURCHIER & SMITH, 1996; SMITH, 1996; MCDOUGALL & MILLS, 1997; FOURNIER & BOIVIN, 2000).

Em agroecossistemas, o conhecimento do padrão de dispersão de uma espécie, assim como dos fatores que o influenciam, pode auxiliar no seu controle, caso seja uma praga; ou, no caso de um inimigo natural, pode nortear a elaboração ou adaptação de estratégias de liberação racionais. Neste último

caso, o estudo da dispersão é imprescindível para o cálculo do número ideal de pontos de liberação por unidade de área, dado necessário para que se possa efetuar uma distribuição uniforme dos insetos. Além disso, conhecendo-se o impacto do vento sobre a dispersão é possível realizar liberações de forma a se evitar a movimentação passiva (pelo vento) dos indivíduos liberados para áreas não alvo.

*Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) é um parasitóide de ovos de lepidópteros originário de Sarawak e Nova Guiné (WADDILL & WHITCOMB, 1982; CAVE, 2000), cujo potencial enquanto agente de controle biológico de pragas em agroecossistemas tem sido explorado há pelo menos duas décadas na Índia (SANKARAN, 1974; JOSHI et al., 1982), Israel (SCHWARTZ & GERLING, 1974), e em Porto Rico (WOJCIK et al., 1976), visando particularmente ao controle de espécies de *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). PEDRASI & PARRA (1986) registraram a introdução deste inseto no Brasil visando ao controle de *S. frugiperda* (J.E. Smith). Os registros mais recentes relatam a presença deste parasitóide em 14 países das Américas e Caribe (CAVE, 2000; MOLINA-OCHOA et al., 2003).

Apesar de já se conhecer bastante a respeito de determinados aspectos bioecológicos e comportamentais deste parasitóide (GERLING, 1972; GERLING & SCHWARTZ, 1974; SCHWARTZ & GERLING, 1974; PICHO, 1987; HÉRNANDEZ & DÍAZ, 1995, 1996a e 1996b), pesquisas ainda são necessárias até que metodologias de liberação eficientes possam ser aplicadas em sistemas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), principalmente no que diz respeito ao período e frequência de liberações, assim como à densidade de insetos a serem liberados por unidade de área, como ressaltou CAVE (2000); e ao padrão de dispersão do parasitóide, que pode fornecer subsídios para a determinação do espaçamento ideal entre pontos de liberação. Este último aspecto, relativamente bem estudado para outras espécies de himenópteros parasitóides, como *Anaphes flavipes* Foester (Mymaridae) (ANDERSON & PASCHKE, 1970), *Platygaster californica* Ashmead (Platygasteridae) (DARROUZET-NARDI et al., 2006), *Trichogramma semifumatum* (Perkins) (Trichogrammatidae)

(HENDRICKS, 1967), *T. platneri* Nagarkatti (MCDUGALL & MILLS, 1997), *T. brassicae* Bezdenko (GREATTI & ZANDIGIACOMO, 1995), *T. pretiosum* Riley, *T. minutum* Riley e *T. evanescens* Westwood (HINDS & OSTERBERGER, 1932; SCHREAD, 1932; YU et al., 1984; SÁ et al., 1993; ZACHRISSON & PARRA, 1998; FOURNIER & BOIVIN, 2000 e PRATISSOLI et al., 2005), aparentemente não tem recebido atenção significativa de pesquisadores envolvidos com *T. remus*, vista a escassa literatura disponível; e, geralmente, acaba sendo abordado com base em informações geradas para outras espécies de parasitóides ou cientificamente pouco confiáveis.

No caso dos himenópteros parasitóides, por exemplo, a maioria dos estudos envolvendo dispersão é realizada monitorando-se a movimentação dos insetos por meio de hospedeiros, o que, até certo ponto, parece ser vantajoso, uma vez que torna o sistema mais parecido com aquele que normalmente seria encontrado em uma situação de liberação real: planta, fitófago (hospedeiro) e parasitóide. Neste caso, conseqüentemente, os dados coletados permitiriam maior possibilidade de se chegar a conclusões mais realistas quanto às probabilidades de parasitismo. Todavia, a utilização de hospedeiros não viabiliza o monitoramento de machos e, mesmo com relação às fêmeas, ela registra a dispersão guiada apenas pela busca por hospedeiros, em detrimento da influenciada pela busca por alimento, abrigo, parceiros, etc., que de forma indireta, também acaba influenciando o parasitismo e o raio de ação do parasitóide; o que talvez possa subestimar a intensidade da movimentação dos insetos liberados. A utilização de armadilhas adesivas pode constituir um método simples e eficiente para estimar populações de insetos (ver COLLIER & FINCH, 1990 e HEINZ et al., 1992); e pode ser aproveitada em estudos de dispersão como uma alternativa à utilização de hospedeiros, viabilizando o monitoramento da dispersão sem necessariamente selecionar os insetos que se movimentam guiados por um único fator.

Se a velocidade e a direção eólicas podem influenciar a movimentação de *T. remus*, e, conseqüentemente, o seu padrão de dispersão, assim como o evidenciado para outras espécies de parasitóides, então essas variáveis devem

ser consideradas na elaboração de metodologias de liberação deste parasitóide. Para testar estas hipóteses, nós estudamos a dispersão espaço-temporal de *T. remus* em condições de campo, avaliando o efeito das variáveis meteorológicas velocidade e direção eólicas sobre este fenômeno. Modelos de número e espaçamento entre pontos de liberação foram sugeridos para as diferentes situações de velocidade eólica e os resultados foram discutidos relacionando-os à bioecologia deste parasitóide de tão elevado potencial de aproveitamento em programas de Manejo Integrado de espécies de *Spodoptera*.

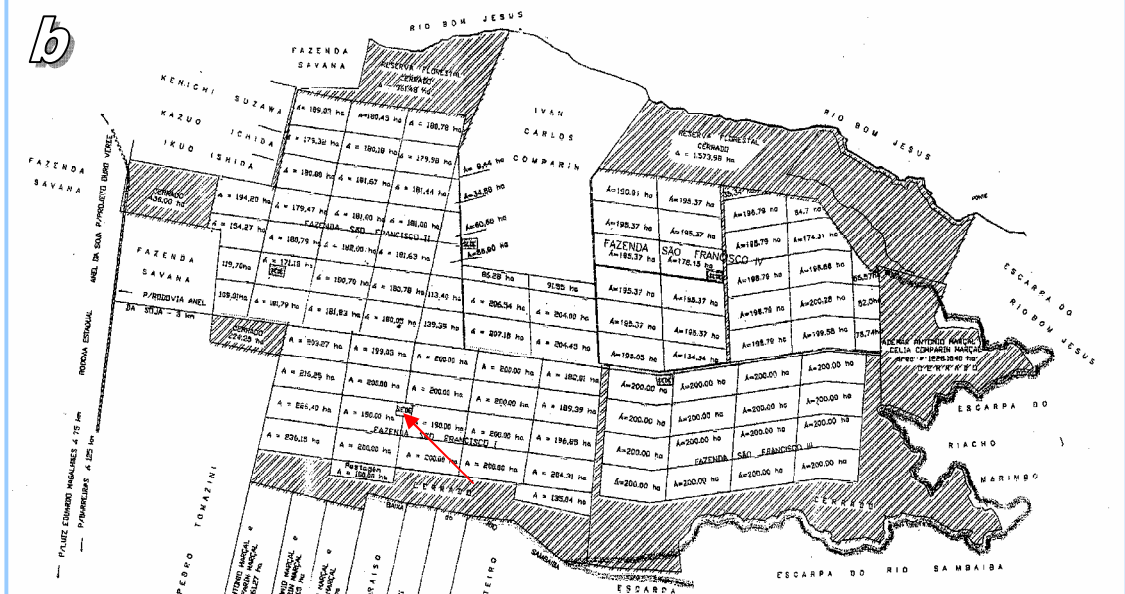
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Áreas

Foram utilizados dois plantios de algodoeiro 'Delta Opal' localizados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal-SP (21°15'S, 48°19'W); e na Fazenda São Francisco (11°40'S, 45°30'W), propriedade agrícola situada no município de Riachão das Neves-BA (Figura 1). A distância em linha reta entre as duas áreas é superior a 1,1 mil km (Figura 2).

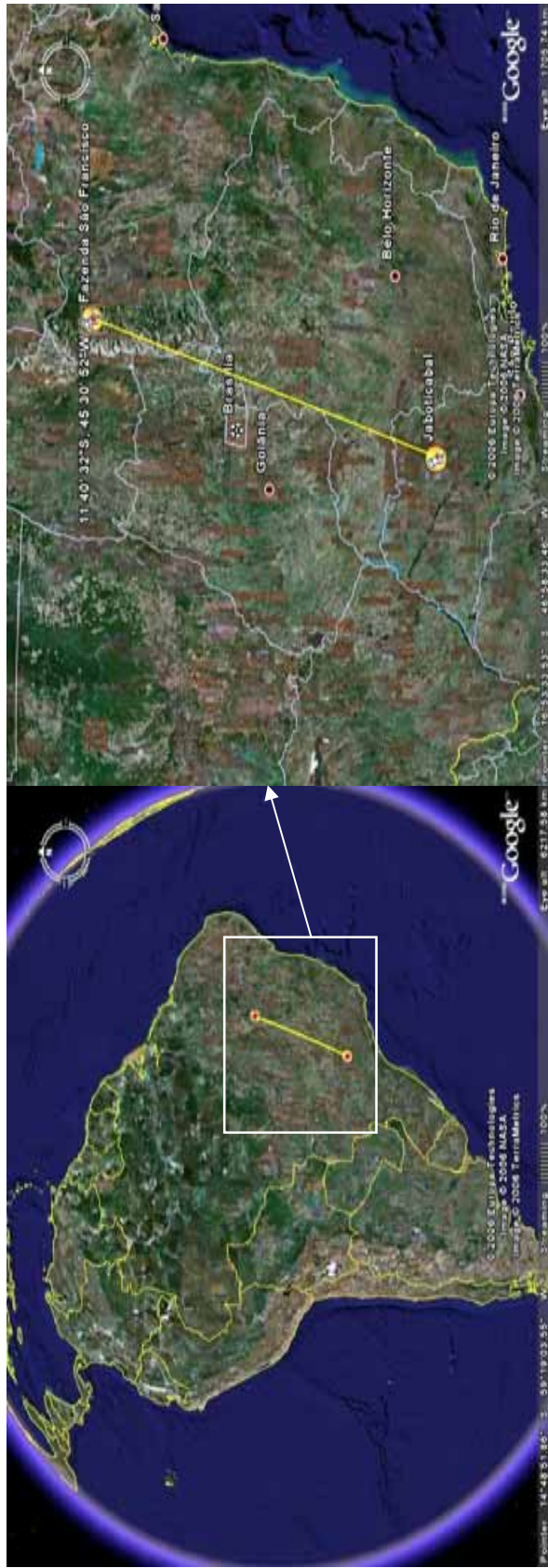
As parcelas foram constituídas de áreas quadrangulares distanciadas por pelo menos 30 m uma da outra. Em Riachão das Neves utilizaram-se parcelas de 20x20 m, com espaçamento entre linhas de 0,8 m (25 linhas/parcela); enquanto em Jaboticabal as dimensões da parcela foram de 20x19,6 m, com espaçamento entre linhas de 0,85 m (23 linhas/parcela); com densidade de oito plantas por metro linear, em ambos os casos (Figura 3).

Durante todo o período experimental as áreas não receberam tratamentos fitossanitários.



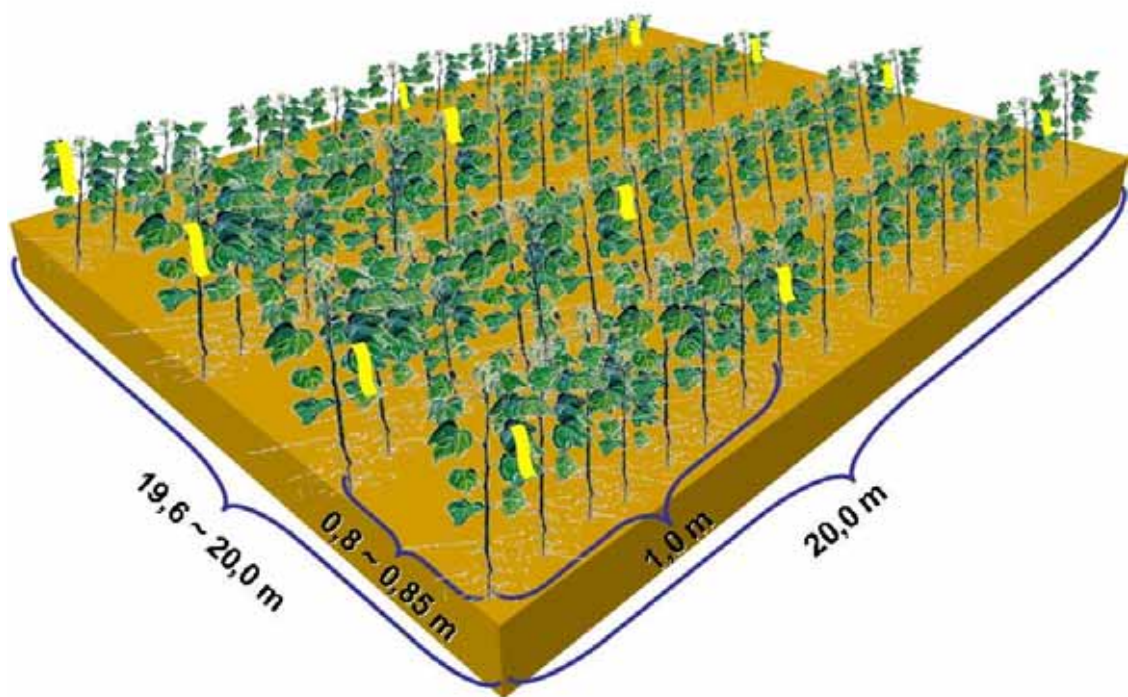
**Figura 1.** Vista aérea da Fazenda São Francisco ( $11^{\circ}40'S$ ,  $45^{\circ}30'W$ ), propriedade comercial produtora de algodão e soja situada no município de Riachão das Neves-BA: a - imagem capturada por satélite (©2006 *Europa Technologies*, Image ©2006 *TerraMetrics*) e copiada do software *Google Earth* v.4.0.2416 (beta); b - levantamento topográfico planimétrico da Fazenda São Francisco<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>As setas indicam o local aonde foram instaladas as parcelas experimentais.



**Figura 2.** Representação gráfica da distância em linha reta entre as áreas experimentais da Fazenda São Francisco (Riachão das Neves-BA) e da FEPE (Jaboticabal-SP)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>As imagens foram capturadas por satélite (©2006 Europa Technologies, Image ©2006 NASA, Image ©2006 TerraMetrics) e copiadas do software Google Earth v.4.0.2416 (beta).



**Figura 3.** Esquema das parcelas de algodoeiro utilizadas em Riachão das Neves-BA e Jaboticabal-SP.

## 2.2. Insetos

Criações massais de *S. frugiperda* e *T. remus* foram conduzidas seguindo a metodologia de criação desenvolvida por CRUZ (2000), conforme descrição no Capítulo 2 (página 26).

Os parasitóides utilizados nas liberações foram multiplicados em cartelas de papel sulfite (10x15 cm) forradas com dezenas de massas de ovos recém postos de *S. frugiperda* (Figura 4), fixados com uma solução de cola branca a 10%.



**Figura 4.** Cartela (10x15 cm) contendo posturas de *S. frugiperda* a ser oferecida a *T. remus*.

## **2.3. Procedimentos experimentais**

### **2.3.1. Dispositivos de monitoramento**

O monitoramento da dispersão foi realizado fixando-se armadilhas amarelas adesivas (<sup>®</sup>Biotrap) (2x10 cm) nas folhas das plantas de algodão com auxílio de grampeador (Figura 5). Ambas as faces deste tipo de armadilha apresentam propriedade adesiva, todavia, neste estudo, apenas um dos lados foi utilizado para este fim pela retirada da superfície protetora, estratégia que visou facilitar, nas avaliações, o processo de contagem dos insetos capturados, uma vez que a probabilidade da armadilha se grudar nas mãos do amostrador foi diminuída. As armadilhas foram grampeadas no terço superior das plantas, com a face adesiva na direção do ponto de liberação (Figura 5). Utilizou-se a densidade de 21 unidades/linha, de forma que duas armadilhas subseqüentes estivessem em equidistância.

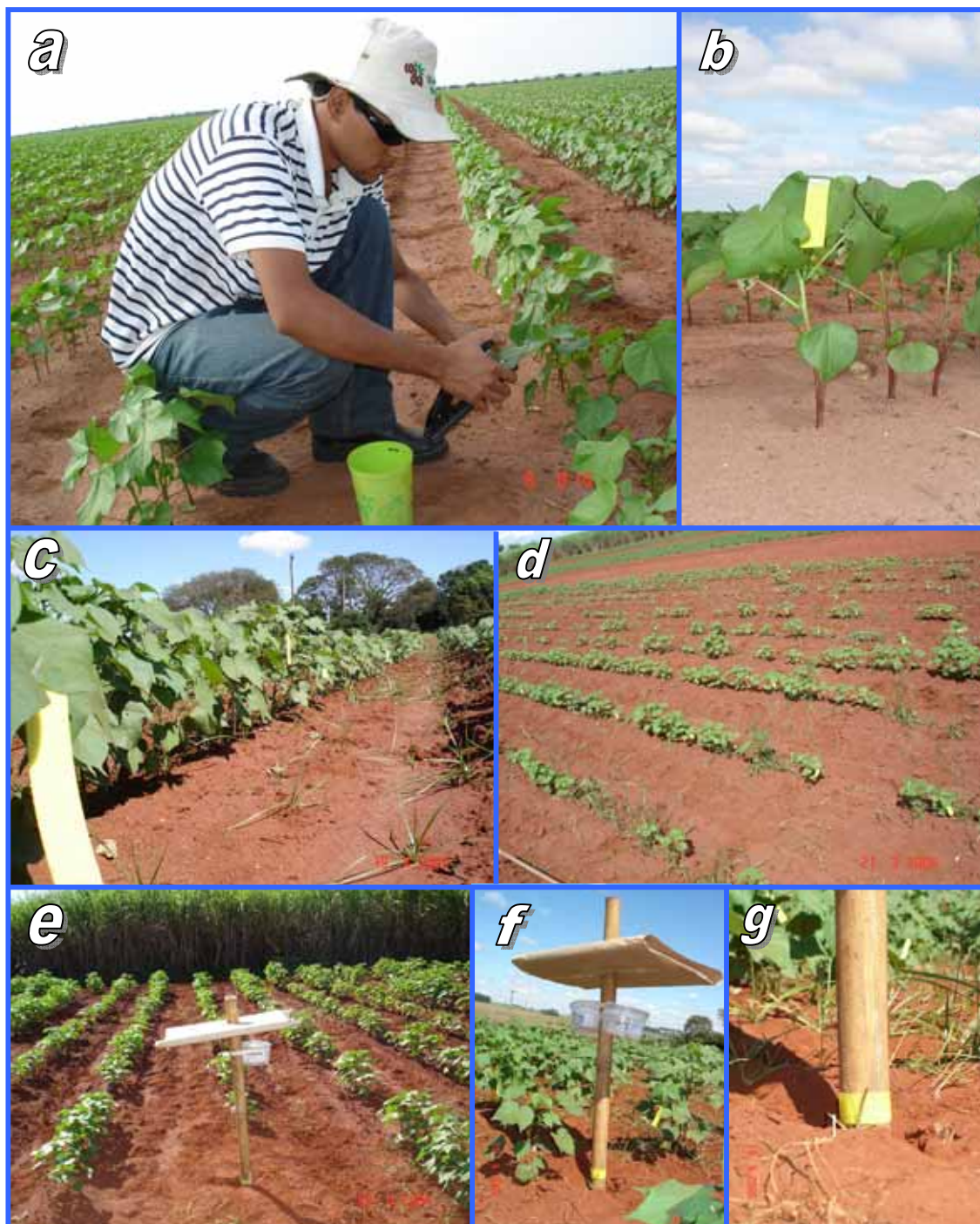
### **2.3.2. Liberações**

Após a fixação das armadilhas adesivas, procedeu-se a liberação de cerca de nove mil parasitóides adultos recém emergidos (com menos de 24h da emergência) alimentados com mel, em cada parcela estudada. A razão sexual dos indivíduos liberados foi mensurada a partir de 100 adultos, coletados algumas horas antes de cada liberação (Figura 6).

O recipiente (9 cm de altura x15 cm de diâmetro) contendo os insetos foi fixado em uma estaca no centro da parcela, a uma altura de 20 cm acima do nível das plantas. Os parasitóides foram protegidos da radiação solar direta por uma placa de isopor encaixada na estaca, e de predadores (ex: formigas) por um recorte de armadilha adesiva envolvendo a base da estaca (Figura 5).

As liberações foram realizadas quando as plantas atingiram  $30\pm 2$  dias após a emergência (DAE), em Riachão das Neves; e distribuídas aos 30, 60 e  $90\pm 2$  DAE, em Jaboticabal. Neste último caso, o comprimento das parcelas foi aumentado para acompanhar a dispersão sempre que se julgou necessário, com base nos dados da liberação anterior.

Todas as liberações foram efetuadas entre 10 e 11 h da manhã, com tempo ensolarado e temperatura entre 24 e 27 °C.



**Figura 5.** *a* - Fixação das armadilhas com auxílio de grampeador; *b*, *c*, *d* - visão geral da planta, linha e parcela após fixação das armadilhas, respectivamente; *e*, *f* - ponto de liberação dos insetos, exibindo a estaca de bambu como suporte aos potes contendo os parasitóides, e o sistema de sombreamento confeccionado com isopor e papel madeira; *g* - detalhe da base da estaca, evidenciando o recorte de armadilha amarela adesiva envolvendo a circunferência da estaca e dificultando o acesso de predadores aos recipientes de liberação.



**Figura 6.** Coleta de adultos de *T. remus* para mensuração da razão sexual.

### **2.3.3. Dados meteorológicos**

Os dados meteorológicos relativos à temperatura, velocidade eólica e umidade relativa do ar em Jaboticabal foram obtidos junto à Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, localizada a aproximadamente 300 m da área experimental. Em Riachão da Neves, a estação meteorológica da Fazenda São Francisco foi danificada por um raio dias antes do início dos experimentos, inviabilizando a coleta e registro dos dados. Desta forma, com auxílio de um anemômetro de mão (<sup>©</sup>Kestrel), nós medimos a velocidade eólica instantânea da área experimental quatro vezes pela manhã e quatro vezes à tarde, em intervalos de uma hora entre duas medições subseqüentes dentro de cada turno e de duas horas entre turnos, sendo a primeira medição realizada às 8h da manhã. Este procedimento foi realizado em três dos cinco dias do período experimental, totalizando 24 amostras. A velocidade eólica média para a área e período experimentais foi então estimada pela média aritmética destas amostras. Temperatura e umidade foram captados da estação meteorológica do INMET, localizada no município de Luiz Eduardo Magalhães-BA, a 50 km da área experimental.

### **2.3.4. Biometria das plantas**

Selecionaram-se dez plantas ao acaso no interior das parcelas de algodão em cada um dos três períodos experimentais (30, 60 e 90 DAE). Registrou-se o estágio fenológico, a altura e o número de folhas com dois ou mais cm (na maior dimensão) de limbo foliar. Logo após, as plantas foram coletadas, acondicionadas em sacos de papel e transportadas ao Laboratório, para medição da área foliar, que foi realizada utilizando-se o medidor eletrônico de área foliar <sup>©</sup>LI 3100 Area Meter (Li-Cor Inc., Lincoln, Nebraska, USA).

## 2.4. Análise dos dados

### 2.4.1. Dispersão espacial

Foi adotado o delineamento experimental de blocos casualizados, com distribuição dos tratamentos em esquema fatorial 2x3, com três repetições. Estudaram-se dois níveis de velocidade eólica: 1,25 m/s (Jaboticabal) e 2,5 m/s (Riachão das Neves), o que corresponde, respectivamente, às classes *quase calmo* e *brisa leve* na Escala Beaufort (Tabela 1); e três níveis de orientação de vôo dos insetos liberados: (1) a favor do vento, (2) contra o vento, e (3) neutro, o que correspondeu, respectivamente: (1) ao vôo no mesmo sentido do vento, formando um ângulo de  $0\pm 45^\circ$  com o eixo de direção eólica; (2) ao vôo em um ângulo também de  $0\pm 45^\circ$  com o eixo de direção eólica, todavia, em sentido contrário ao do vento; e (3) ao vôo em um ângulo de  $90\pm 45^\circ$  com o eixo de direção eólica, ou seja, nas orientações intermediárias com relação às demais (Figura 7). Os valores relativos à orientação de vôo “neutro” são compostos pela média dos dois quadrantes de cada parcela.

Avaliaram-se o efeito do vento sobre a direção de vôo e sobre a distância média percorrida, utilizando-se como parâmetros o número de insetos capturados e a média da distância de captura dos parasitóides com relação ao ponto de liberação, respectivamente, 48 h após a liberação.

Os dados relativos ao número de parasitóides capturados e à média da distância de captura com relação ao ponto de liberação foram transformados em  $\sqrt{x+1}$  e submetidos à análise de variância, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas (ESTAT, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, versão 2.0).

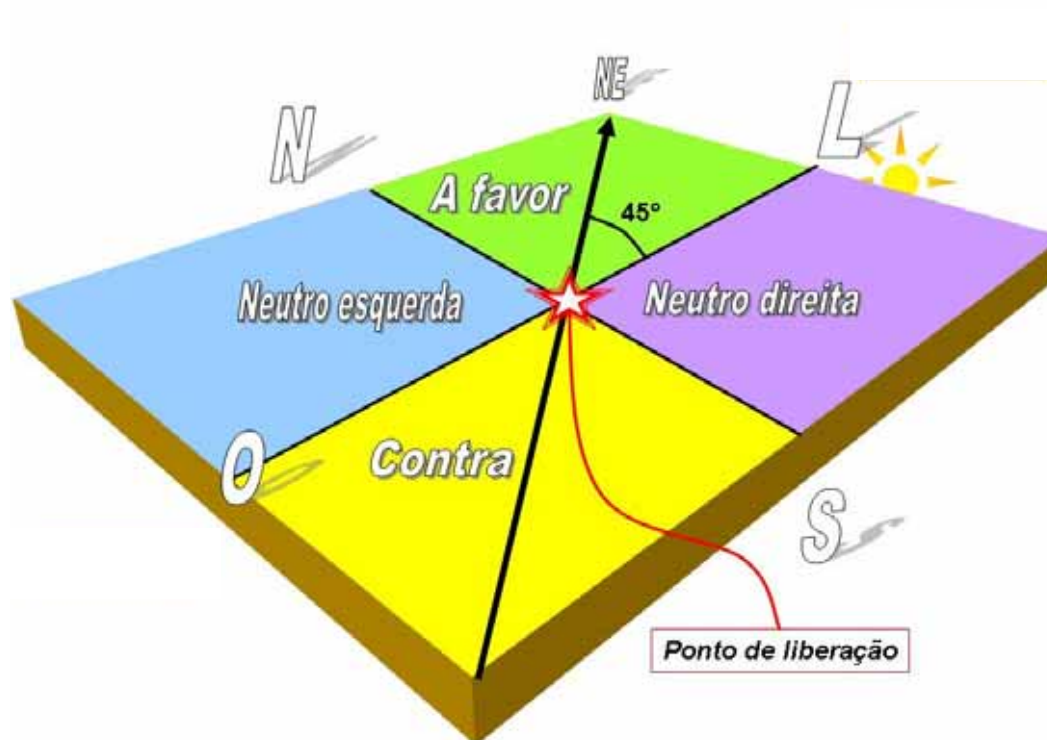
Curvas de densidade-distância correlacionando o número de insetos coletados por armadilha com a distância de captura com relação ao ponto de liberação foram estimadas com base no modelo de regressão exponencial de primeira ordem  $y = y_0 + Ae^{-x/t}$ , utilizando o software *Origin* (©Microcal Software, 1999, *Data Analysis and Technical Graphics*, versão 6.0).

Os dados foram ainda explorados de forma multivariada para verificar a existência de correlação entre a velocidade eólica, a orientação do vôo e a distância percorrida pelos insetos liberados; submetendo-os à análise de

correspondência múltipla utilizando o software *Statistica* (©StatSoft, Inc., 2001, *Data Analysis Software System*, versão 6.0).

### 2.4.2. Dispersão temporal

O estudo da dispersão temporal foi realizado em Jaboticabal avaliando-se o número de parasitóides capturados 24, 72 e 120 h após a liberação, aos 60 DAE; e 24 e 96 h após a liberação, aos 90 DAE. Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial.



**Figura 7.** Esquema de divisão da parcela, estabelecido conforme o eixo de direção eólica predominante (representado pela seta), visando à identificação da orientação do voo dos parasitóides<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Os indivíduos capturados no quadrante "A favor" (em verde) voaram seguindo orientação de vôo a favor do vento; aqueles capturados no quadrante "Contra" (em amarelo), voaram seguindo orientação de vôo contra o vento; aqueles capturados nos demais quadrantes ("Neutro direita" e "Neutro esquerda") voaram seguindo orientação de vôo perpendicular ao eixo de direção eólica.

Tanto na dispersão espacial como na temporal, a movimentação de *T. remus* foi estudada também em mapas de superfície (*Surface*), elaborados segundo o método de interpolação por “krigagem”; e em mapas de alto-relevo sombreado (*Shaded Relief Map*); elaborados em ambos os casos utilizando-se o software *Surfer* (©Golden Software, Inc., 2006, *Surface Mapping System*, versão 8.06.39).

Com base nestas análises foram determinados os padrões de dispersão espaço-temporal de *T. remus* para ambas as condições de velocidade eólica estudadas.

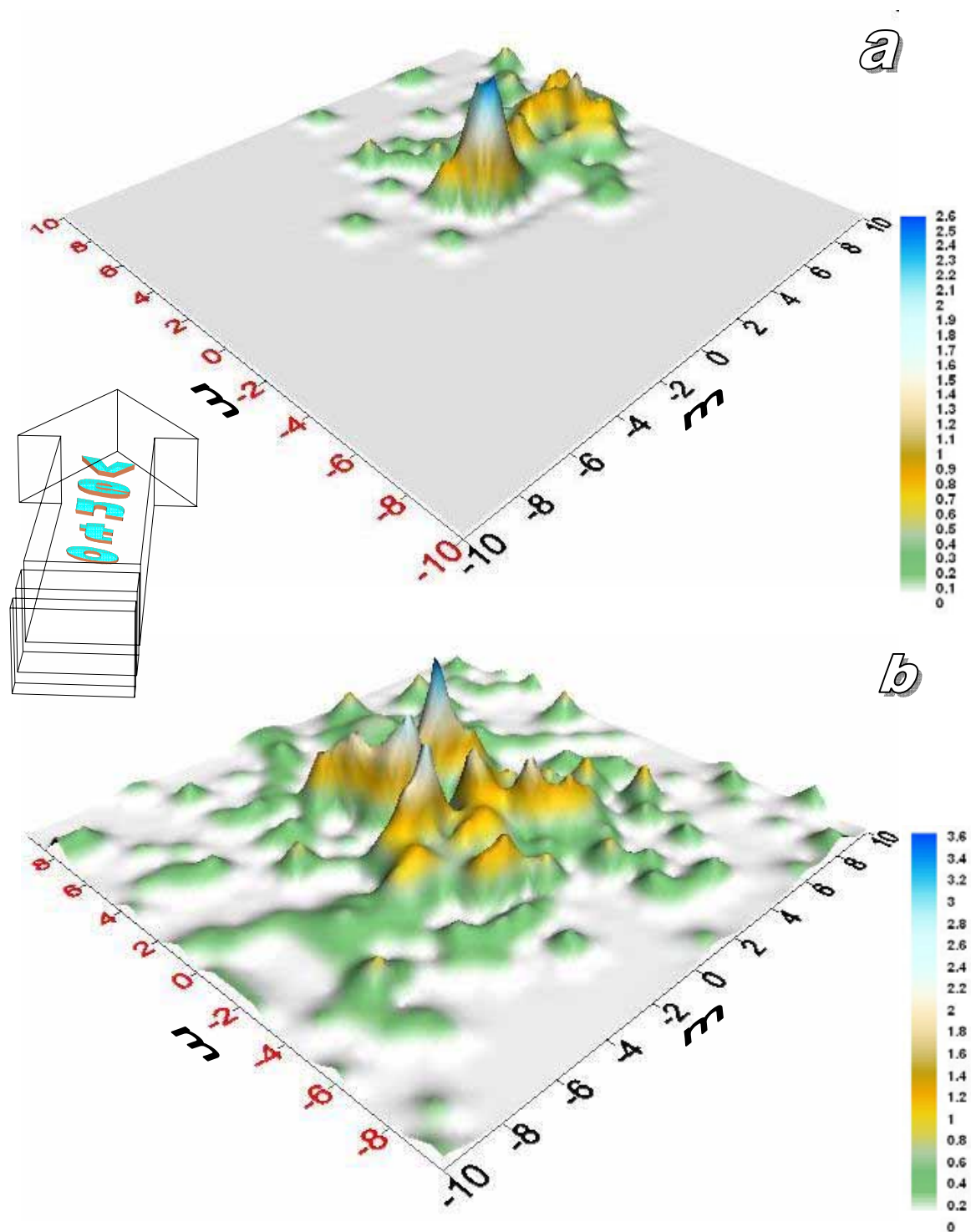
### 3. RESULTADOS

Apesar da diferença de 11º de latitude, não verificaram-se diferenças significativas de temperatura e umidade médias ( $24 \pm 2$  °C e  $70 \pm 10\%$  de UR) entre as áreas durante os períodos experimentais, ao passo que houve discrepância quanto às médias da velocidade do vento (1,25 e 2,5 m/s para Jaboticabal e Riachão das Neves, respectivamente). Essa discrepância foi considerada significativa devido aos valores de velocidade das duas áreas se encaixarem em classes distintas na Escala de Beaufort (SILVEIRA NETO et al., 1976; PRIMAULT, 1979) (Tabela 1).

Os padrões de dispersão de *T. remus* para os dois agroecossistemas estudados estão expostos nas Figuras 8 e 9. Os números médios de indivíduos capturados e as distâncias médias percorridas por *T. remus* nas duas localidades e sob as três orientações de vôo com relação à direção eólica foram expostos na Figura 10.

**Tabela 1.** Escala de Beaufort (extraída de Silveira Neto et al., 1976).

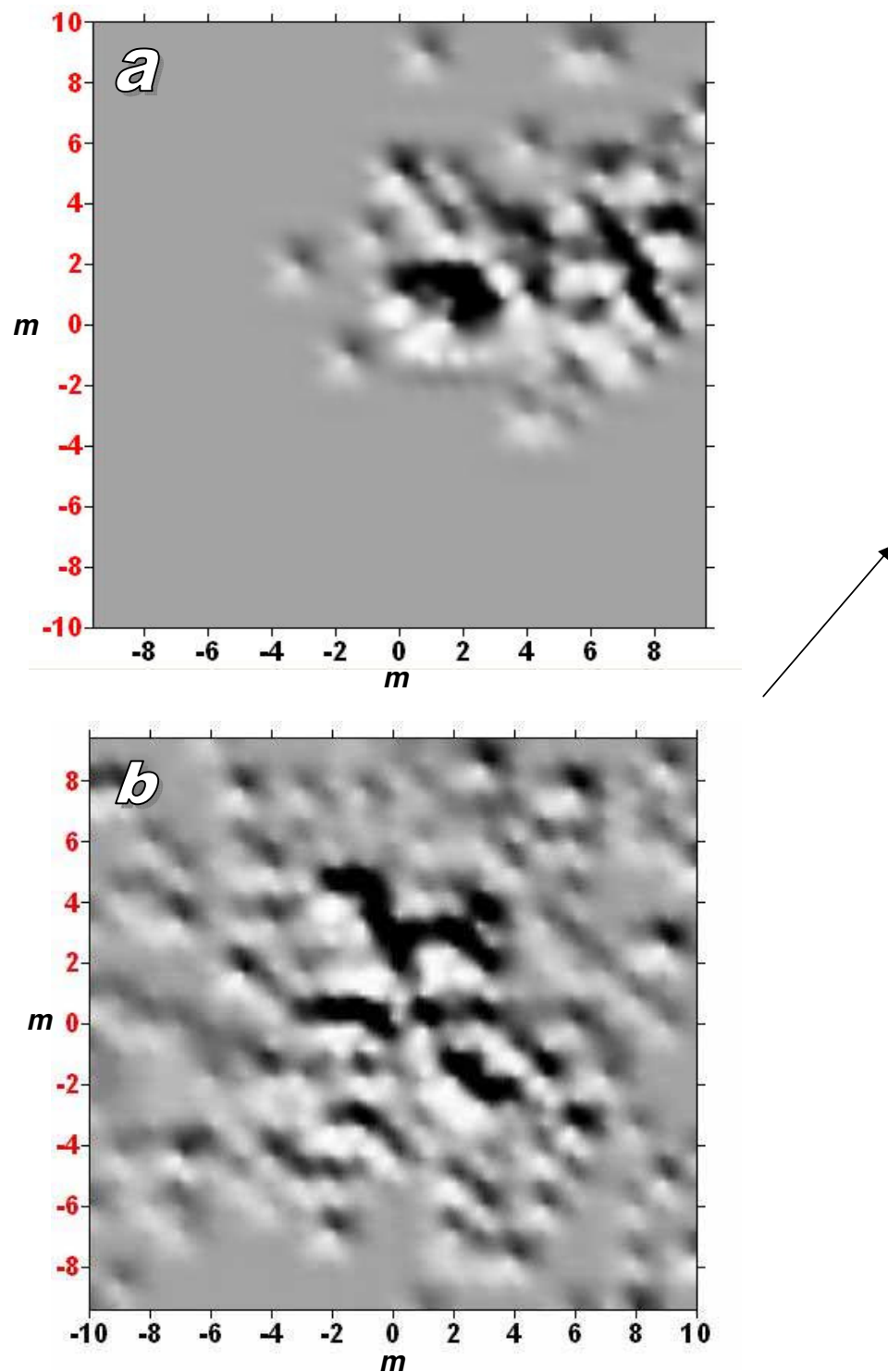
<b>Nº DA ESCALA</b>	<b>DESIGNAÇÃO EM TERRA</b>	<b>VELOCIDADE (m/s)</b>	<b>DADOS PARA AVALIAR A VELOCIDADE (EM TERRA)</b>
0	Calmo	0 a 0,5	Não se nota o menor deslocamento nos mais leves objetos. A fumaça eleva-se verticalmente.
1	Quase calmo	0,5 a 1,5	A direção do vento é indicada pelo desvio da fumaça mas não pelos cata-ventos.
2	Brisa leve	2,0 a 3,1	Sente-se o vento nas faces; as folhas das árvores são levemente agitadas; os cata-ventos comuns são acionados.
3	Brisa leve	3,6 a 5,1	As folhas e os pequenos arbustos ficam em agitação contínua; as bandeiras leves começam a se estender.
4	Vento moderado	5,6 a 8,2	Movem-se os pequenos galhos das árvores, poeira e pedaços de papel são levantados.
5	Vento regular	8,7 a 10,8	As árvores pequenas com folhagens começam a oscilar, aparecem ondas com cristas nas superfícies dos rios e lagos.
6	Vento meio forte	11,3 a 13,9	Galhos maiores das árvores agitados; ouve-se o assobio produzido pelo vento ao passar pelos fios telegráficos; torna-se difícil usar o guarda-chuva.
7	Vento forte	14,5 a 17,0	Os troncos das árvores oscilam, torna-se difícil andar contra o vento.
8	Vento muito forte	17,5 a 20,6	Geralmente torna-se impossível andar contra o vento. Quebram-se os galhos das árvores.
9	Ventania	20,1 a 24,4	Ocorrem pequenos danos nas edificações (telhas arrancadas, etc.).
10	Vendaval	24,8 a 28,3	As árvores são derrubadas e as edificações sofrem danos materiais consideráveis.
11	Tempestade	28,8 a 32,4	Resultam grandes destruições; as árvores são arrancadas. Observado muito raramente.
12	Furacão	33,0 a 38,5	Produzem efeitos devastadores.



**Figura 8.** Mapas de superfície apresentando os padrões de dispersão de *T. remus* 48h após a liberação realizada no centro da parcela, em Riachão das Neves (a) e em Jaboticabal (b)<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>As zonas em alto relevo representam os pontos de captura dos parasitóides, cuja altura da elevação está relacionada com o número de insetos capturados;

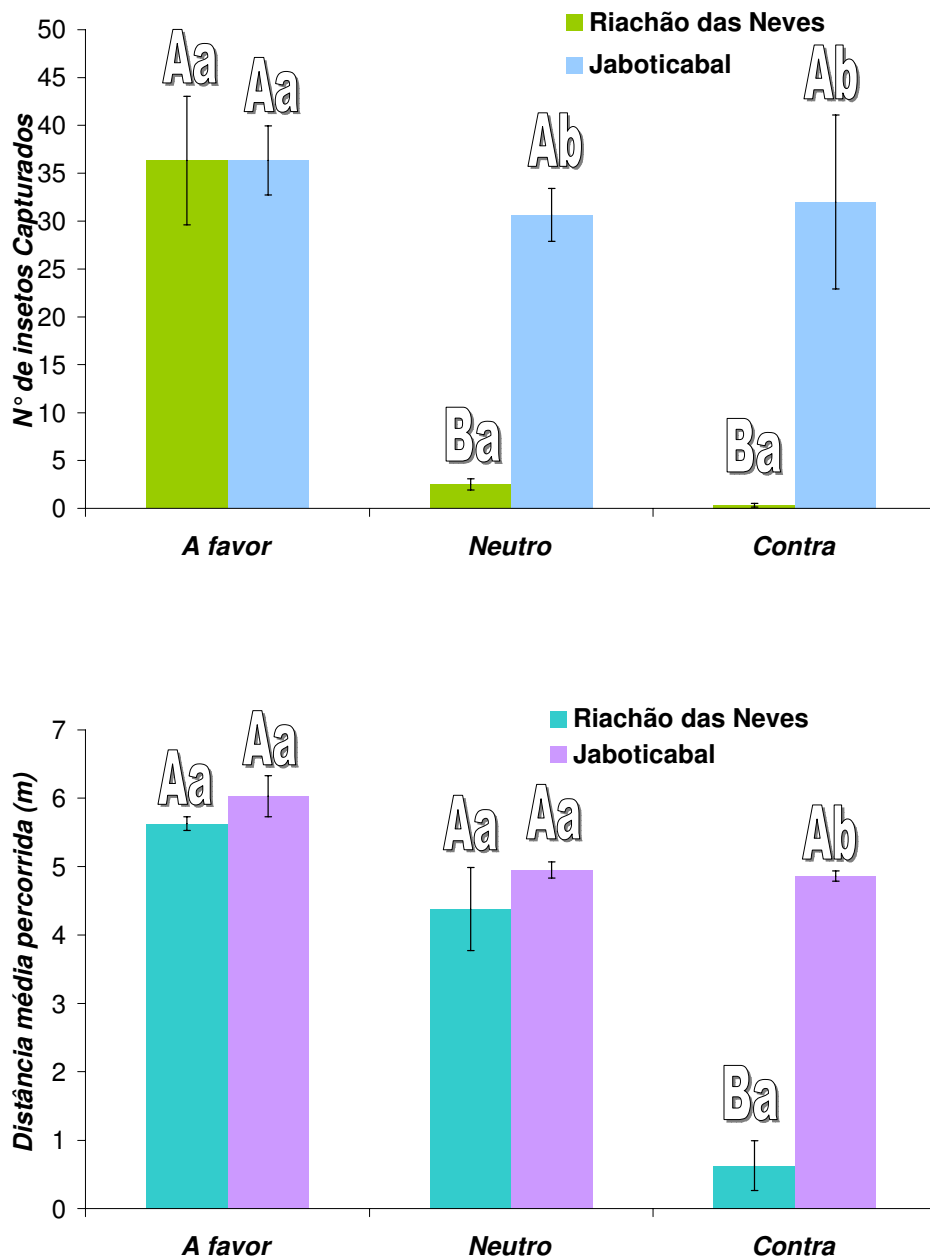
<sup>2</sup>A seta indica a direção e o sentido do vento predominante em ambas as situações.



**Figura 9.** Mapas em alto-relevo sombreado apresentando os padrões de dispersão de *T. remus* 48 h após a liberação, realizada no centro da parcela, em Riachão das Neves-BA (a) e em Jaboticabal-SP (b), 2006<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>As nuances em alto relevo representam os pontos de captura dos parasitóides, cujo diâmetro está relacionado com o número de insetos capturados;

<sup>2</sup>a seta indica a direção e o sentido do vento predominante em ambas as situações.



**Figura 10.** Número médio ( $\pm$ EPM) de *T. remus* capturados (em cima) e da distância percorrida, em dois níveis de velocidade do vento e três níveis de orientação de vôo com relação à direção eólica, nos municípios de Riachão das Neves-BA e Jaboticabal-SP, 2006<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma localidade e pela mesma letra minúscula numa mesma orientação de vôo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ ).

Das três características físicas das plantas de algodão observadas (número de folhas, altura e área foliar) em Jaboticabal, a área foliar foi a que exibiu maior taxa de crescimento, apresentando na última liberação dos parasitóides, aos 90 DAE, cinco vezes a área observada na primeira, realizada aos 30 DAE, enquanto o número de folhas e a área foliar sofreram um aumento de apenas 2,5 e 2,8 vezes durante o mesmo período (Tabela 2).

Ao final das 24 h após a primeira liberação, notou-se que a quantidade de insetos que ainda permanecia no interior do pote foi muito elevada (em torno de 30%), apesar de haver uma abertura de 15 cm de diâmetro para sua fuga. Assim, nas liberações posteriores, ao invés de se esperar 24 h para o resgate do pote e liberação dos insetos restantes, foram aguardados apenas 30 minutos para a fuga dos insetos e, findo este período, os parasitóides restantes foram obrigados a alçar vôo, no mesmo local e na mesma altura, efetuando-se batidas no pote com as mãos. Este procedimento garantiu que 100% dos insetos fossem liberados praticamente ao mesmo instante, atribuindo a todos a mesma quantidade de tempo para se dispersar.

A análise de variância demonstrou interação entre os fatores *velocidade eólica* e *orientação de vôo* (Tabela 3). Na velocidade de 2,5 m/s (Riachão das Neves), o número de insetos que se dispersou seguindo a direção eólica foi significativamente superior àqueles que se movimentaram nas demais condições, embora o mesmo não tenha sido observado na velocidade de 1,25 m/s (Jaboticabal, Figura 10). Não observou-se impacto da velocidade eólica quando os insetos se dispersaram na mesma direção e sentido do vento, fato não verdadeiro quando a dispersão foi seguida pelas demais orientações de vôo (Figura 10).

**Tabela 2.** Características físicas das plantas de algodão nas parcelas de Jaboticabal-SP, durante três momentos do período experimental, 2006<sup>1</sup>.

IDADE DAS PLANTAS (DAE <sup>2</sup> )	ESTÁDIO FENOLÓGICO	ALTURA (cm)	N° DE FOLHAS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )
30	Crescimento vegetativo	22,60	12,80	264,38
60	Crescimento vegetativo	52,90	19,00	702,89
90	Floração	63,70	32,50	1294,33

<sup>1</sup> Média de 10 plantas coletadas ao acaso no interior das parcelas;

<sup>2</sup> Dias após emergência.

**Tabela 3.** Valores de *F*, graus de liberdade, coeficientes de variação e valores de *P* para as análises de variância relativas ao número de parasitóides capturados e à média da distância de captura com relação ao ponto de liberação (dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ ).

CAUSA DA VARIAÇÃO <sup>1</sup>	VALOR DE <i>F</i>	GRAUS DE LIBERDADE	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
<i>Número de parasitóides capturados</i>			
Interação A x B	4,23*	2	29,02
B dentro de A (2,5 m/s)	12,49**	2	-
B dentro de A (1,25 m/s)	0,39 <sup>ns</sup>	2	-
A dentro de B (a favor)	0,12 <sup>ns</sup>	1	-
A dentro de B (neutro)	13,36**	1	-
A dentro de B (contra)	17,17**	1	-
<i>Média da distância de captura com relação ao ponto de liberação</i>			
Interação A x B	9,39**	2	1,51
B dentro de A (2,5 m/s)	21,75**	2	-
B dentro de A (1,25 m/s)	0,26 <sup>ns</sup>	2	-
A dentro de B (a favor)	0,04 <sup>ns</sup>	1	-
A dentro de B (neutro)	0,79 <sup>ns</sup>	1	-
A dentro de B (contra)	34,01**	1	-

<sup>1</sup> Fator A = velocidade eólica; fator B = orientação de vôo;

\* Valor de  $P \leq 0,05$ ;

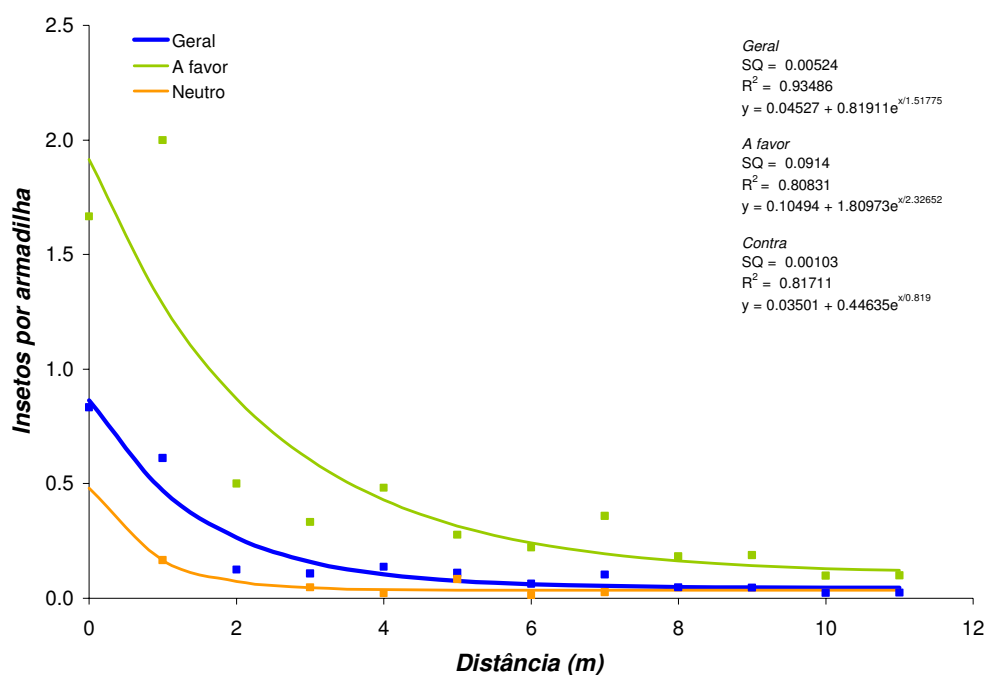
\*\* Valor de  $P \leq 0,01$ ;

<sup>ns</sup> Valor de *F* não significativo.

Interação entre os fatores também foi constatada quando levou-se em consideração a distância média percorrida pelos insetos (Tabela 3, Figura 10). Na velocidade eólica de 2,5 m/s essa distância para os indivíduos que voaram sob uma orientação de vôo contrária à direção do vento foi significativamente inferior àquela observada quando o vôo seguiu as demais orientações. A distância média percorrida só sofreu impacto da velocidade do vento quando a orientação de vôo foi contra a direção eólica, sendo significativamente inferior na velocidade de 2,5 m/s (Figura 10).

Em Jaboticabal, aos 60 DAE, observou-se tendência dos parasitóides extrapolarem os limites da parcela, vista a quantidade de insetos capturados próximos ao perímetro. Por conta disso, visando monitorar também os insetos que por ventura pudessem ultrapassar estes limites, na liberação realizada aos 90 DAE o comprimento da parcela foi incrementado em 20 m pela adição de armadilhas a cada dois metros além do limite previamente já utilizado.

Observou-se uma correlação negativa entre o número de indivíduos capturados por armadilha e a distância de captura com relação ao ponto de liberação, independentemente das condições de velocidade e direção eólicas e da idade das plantas. Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de alta significância (0,78~0,98) demonstram a confiabilidade dos modelos (Figuras 11 e 12).



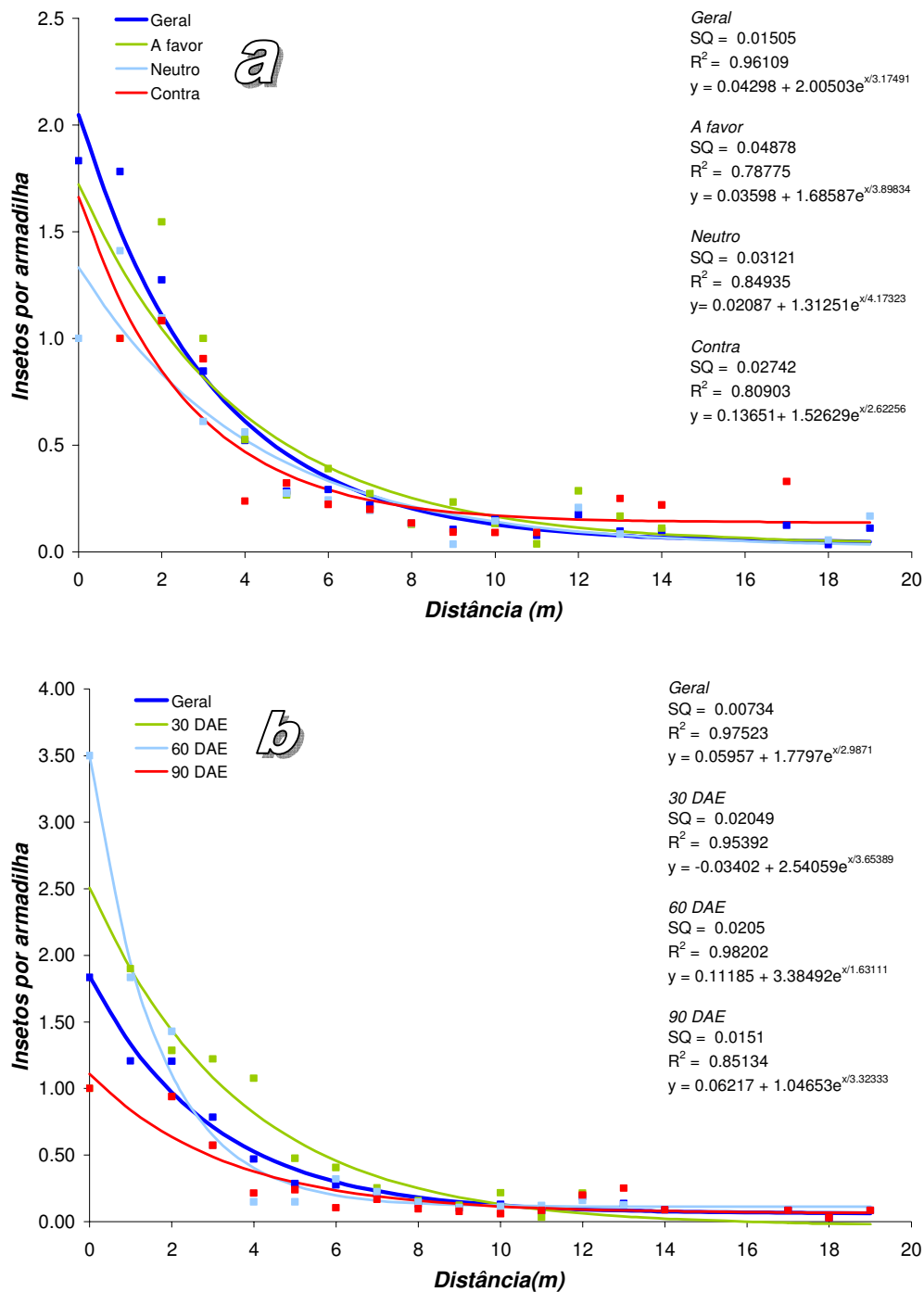
**Figura 11.** Curvas de densidade-distância correlacionando o número de *T. remus* coletados por armadilha com a distância (m) de captura em relação ao ponto de liberação, considerando-se a orientação do voo dos parasitoides, no município de Riachão das Neves-BA, 2006<sup>1,2,3,4</sup>.

<sup>1</sup>Velocidade eólica=2,5 m/s;

<sup>2</sup>A distância "0" inclui os insetos capturados até 1 m do ponto de liberação; a distância 1, os insetos capturados acima de 1 e até 2 m do ponto de liberação; e assim por diante;

<sup>3</sup>As curvas foram estimadas com base no modelo de regressão exponencial de primeira ordem  $y = y_0 + Ae^{-x/t}$ ;

<sup>4</sup>As liberações foram realizadas na cultura do algodoeiro e o monitoramento dos parasitoides ocorreu utilizando-se armadilhas amarelas adesivas.



**Figura 12.** Curvas de densidade-distância correlacionando o número de insetos coletados por armadilha com a distância de captura em relação ao ponto de liberação, considerando a orientação do vôo dos parasitóides (a) e o tamanho das plantas (b) (caracterizado em 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), no município de Jaboticabal-SP, 2006<sup>1,2,3</sup>.

<sup>1</sup>Velocidade eólica=1,25 m/s;

<sup>2</sup>A distância "0" inclui os insetos capturados até 1 m do ponto de liberação; a distância 1, os insetos capturados acima de 1 e até 2 m do ponto de liberação; e assim por diante;

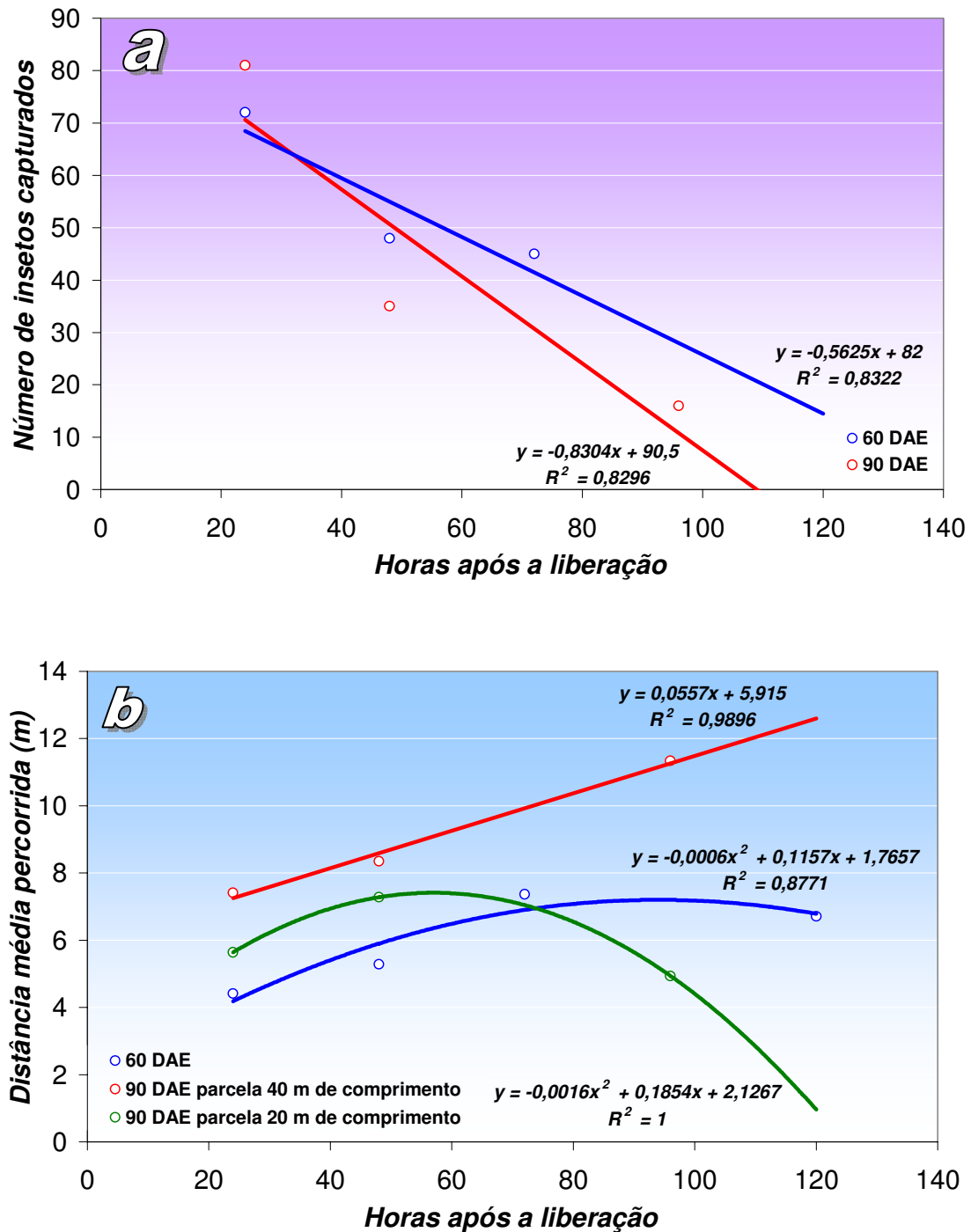
<sup>3</sup>As curvas foram estimadas com base no modelo de regressão exponencial de primeira ordem  $y = y_0 + Ae^{-x/t}$ .

Nota-se que na velocidade de 2,5 m/s (Riachão das Neves) é nítida a diferença do número de insetos/armadilha capturados entre as orientações de vôo “a favor” e “neutro”, tanto que em nenhum momento as curvas se tocam, sendo esta última bastante inferior à primeira. Este fato demonstra que nesta condição de velocidade eólica, a direção do vento é fator determinante na orientação do vôo de *T. remus*. O modelo matemático relativo aos insetos que voaram contra o vento não pôde ser criado devido à quantidade insuficiente de dados. Em Jaboticabal (velocidade eólica = 1,25 m/s), as curvas de densidade-distância não exibiram diferenças nítidas entre os números de insetos/armadilha das três orientações de vôo, vista a sua proximidade, indicando, nesta condição de velocidade de vento, efeito insignificante da variável direção eólica sobre a orientação de vôo dos insetos liberados. Estes dados corroboram com os resultados constatados na análise de variância, o que permite a formulação de conclusões com maior confiabilidade.

Em se tratando das curvas de densidade-distância relativas à idade das plantas (Figura 12), parece haver um contraste considerável entre os modelos 30 e 90 DAE, o que talvez possa indicar um efeito significativo do tamanho das plantas sobre o processo dispersivo de machos e fêmeas de *T. remus*.

Foram coletados parasitóides até 120 h após a liberação, o que indica que *T. remus* foi capaz de se manter vivo e em atividade dispersiva no agroecossistema estudado por pelo menos cinco dias após ter sido liberado (Figura 13). Tanto aos 60 como aos 90 DAE, o número de insetos capturados estabeleceu correlação inversa com o tempo transcorrido após a liberação, tornando-se, aos 90 DAE, praticamente nulo depois das 100 h.

Observaram-se diferentes tipos de correlação para os estudos da dispersão temporal aos 60 e 90 DAE. No primeiro caso, ocorreu correlação direta entre o incremento da distância percorrida e o tempo, somente até as 96 h após a liberação, quando os insetos haviam se deslocado por 7,34 m e a média da distância percorrida começou a decrescer. Já aos 90 DAE, a correlação direta mostrou-se constante durante todo período avaliado, sendo que os insetos se deslocaram em média 11,34 m até 96 h após a liberação (Figura 13).



**Figura 13.** Modelos de correlação entre o tempo após a liberação e o número de *T. remus* capturados (a); e a distância média percorrida (b); em plantas de algodão aos 60 e 90 dias após emergência – DAE<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Parcelas com 20 e 40 m de comprimento.

Todavia, o modelo prevê o alcance de aproximadamente 12,5 m às 120 h após a liberação, período mínimo de atividade de *T. remus* constatado em nosso estudo. Com base nesses dados elaboraram-se modelos envolvendo o número e espaçamento entre pontos de liberação de *T. remus* em agroecossistemas de algodoeiro, para as duas situações de velocidade eólica estudadas (Figuras 14 e 15). Para ventos classificados como *quase calmo* na Escala de Beaufort, como o apresentado em Jaboticabal, foram estabelecidos 25 pontos de liberação/ha, com espaçamento variando entre 18 e 25 m entre dois pontos adjacentes; para ventos classificados como *brisa leve*, como no caso de Riachão das Neves, são necessários pelo menos 56 pontos de liberação, com distância de 12,5 m entre dois pontos adjacentes. Neste último caso, admitiu-se a mesma capacidade de dispersão observada em Jaboticabal às 120 h após a liberação (12,5 m) pelo fato de não terem sido constatadas diferenças significativas entre as médias das distâncias percorridas entre as duas localidades às 48 h após a liberação (Figura 14).

A considerável diferença entre as distâncias percorridas aos 60 e 90 DAE se deve ao fato do comprimento da parcela no estudo da dispersão aos 90 DAE ter sido maior, permitindo a captura dos insetos a distâncias superiores àquelas monitoradas nas duas liberações anteriores. A curva referente à liberação realizada aos 90 DAE que considera apenas o comprimento padrão da parcela (20 m, em verde), revela quais seriam as médias das distâncias percorridas pelos parasitóides quando as armadilhas adicionadas para incrementar o comprimento são desconsideradas. Diante de tais fatos, é possível que o modelo referente à liberação realizada aos 60 DAE esteja subestimando o potencial real de deslocamento do parasitóide, uma vez que nesta ocasião não foram instaladas armadilhas visando o incremento do comprimento da parcela, assim como praticado aos 90 DAE.

A análise de correspondência múltipla revelou forte efeito da velocidade e da direção eólicas sobre o processo dispersivo de insetos, estando estas na primeira e na segunda dimensões, respectivamente (Tabela 4, Figura 16). A distância estabelecida entre os níveis dentro de cada parâmetro estudado

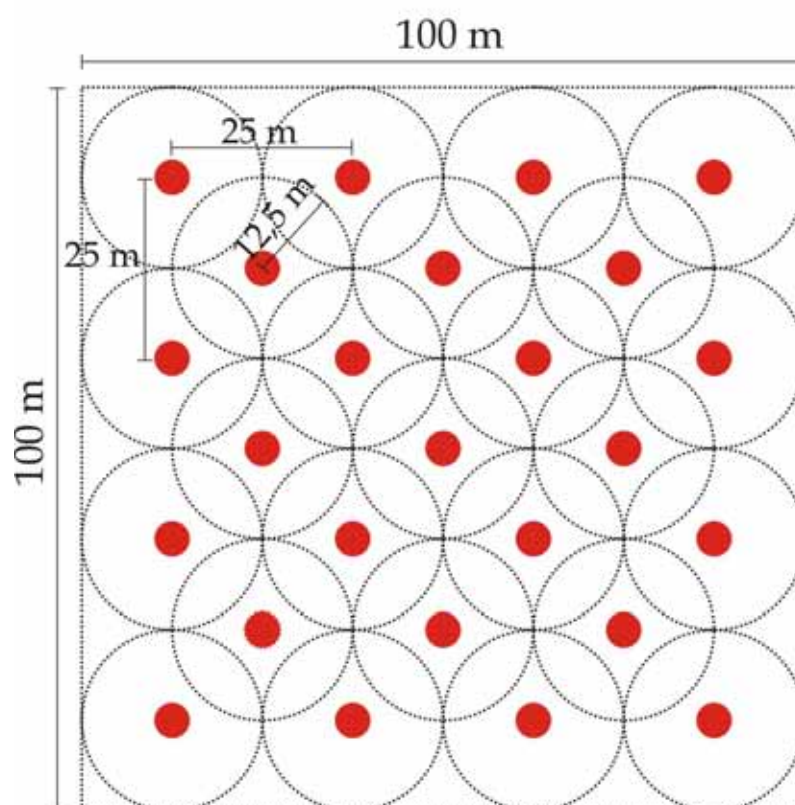
(velocidade eólica, orientação de vôo e distância percorrida) indica que cada um destes níveis representa um papel significativamente diferente no processo dispersivo e justifica sua presença na análise.

Observou-se forte correlação entre a velocidade eólica de 2,5 m/s e a orientação de vôo a favor do vento, ao passo que a velocidade de 1,25 m/s não demonstrou estar relacionada especificamente a nenhuma das orientações de vôo estudadas, uma vez que suas coordenadas se posicionam praticamente no centro entre as orientações “neutro” e “contra” e bastante distante da orientação “a favor”. Pode-se notar, ainda, correlações significativas entre os insetos que se deslocaram de 10 a 15 m e a orientação de vôo “a favor”; entre aqueles que voaram por no máximo cinco metros e a orientação “contra”; e entre aqueles que percorreram de cinco a 10 m e a orientação “neutro” (Figura 16).

**Tabela 4.** Coordenadas e valores das inércias de cada parâmetro estudado, fornecidos pela análise de correspondência múltipla.

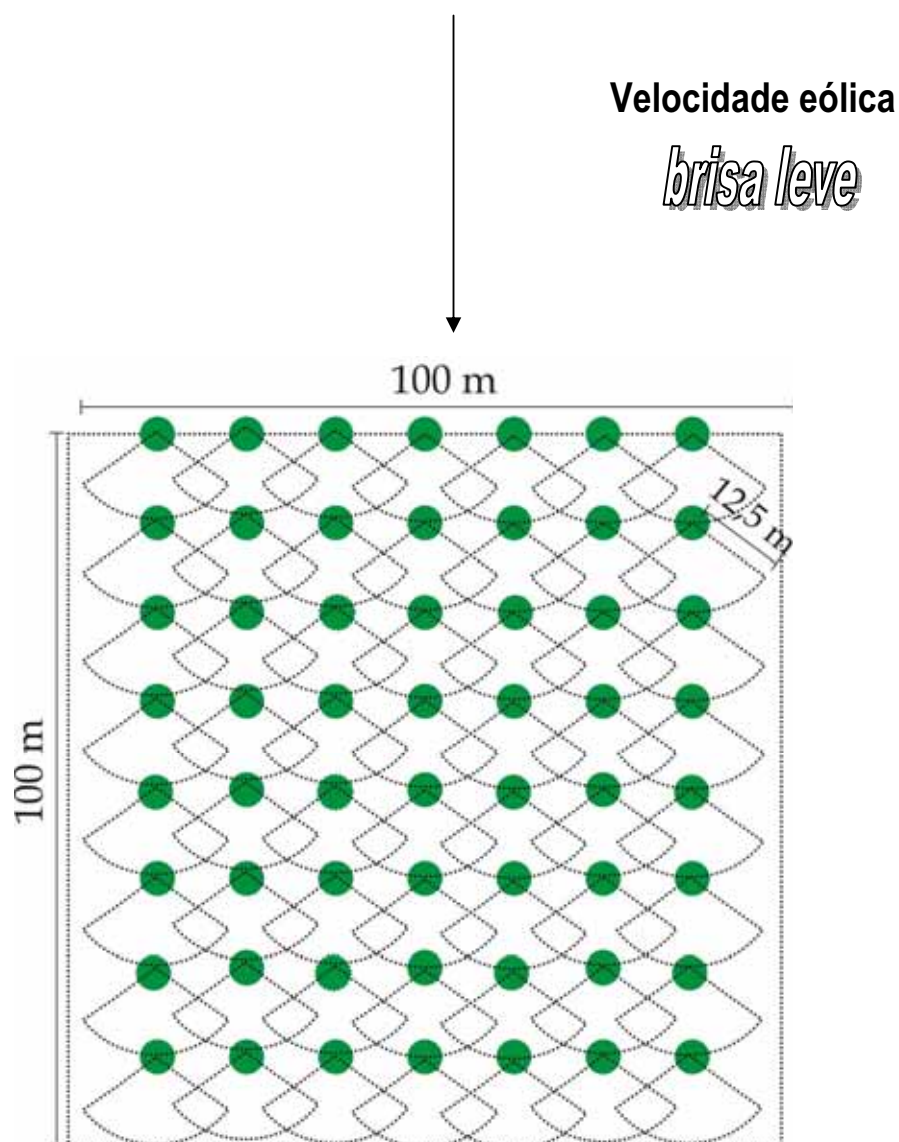
PARÂMETRO	COORDENADA NA DIMENSÃO 1	COORDENADA NA DIMENSÃO 2	INÉRCIA RELATIVA	INÉRCIA DA DIMENSÃO 1	INÉRCIA DA DIMENSÃO 2
<b>2,5 m/s</b>	-1,64039	-0,188153	0,157265	0,366089	0,007183
<b>1,25 m/s</b>	0,44576	0,051128	0,042735	0,099481	0,001952
<b>A FAVOR</b>	-1,14743	-0,219441	0,129060	0,297344	0,016218
<b>NEUTRO</b>	0,49278	0,921291	0,125641	0,057485	0,299646
<b>CONTRA</b>	0,81820	-0,967792	0,145299	0,116580	0,243242
<b>0-5 m</b>	0,23057	-0,620865	0,094872	0,017793	0,192395
<b>&gt;5≤10 m</b>	-0,12764	0,794028	0,120513	0,004123	0,237930
<b>&gt;10≤15 m</b>	-0,91611	0,140098	0,184615	0,041105	0,001434

Velocidade eólica  
*quase calmo*



**Figura 14.** Modelo de número e espaçamento entre pontos de liberação (em vermelho) de *T. remus* em agroecossistemas de algodoeiro sob velocidades eólicas classificadas como *quase calmo*, na Escala de Beaufort<sup>1</sup>.

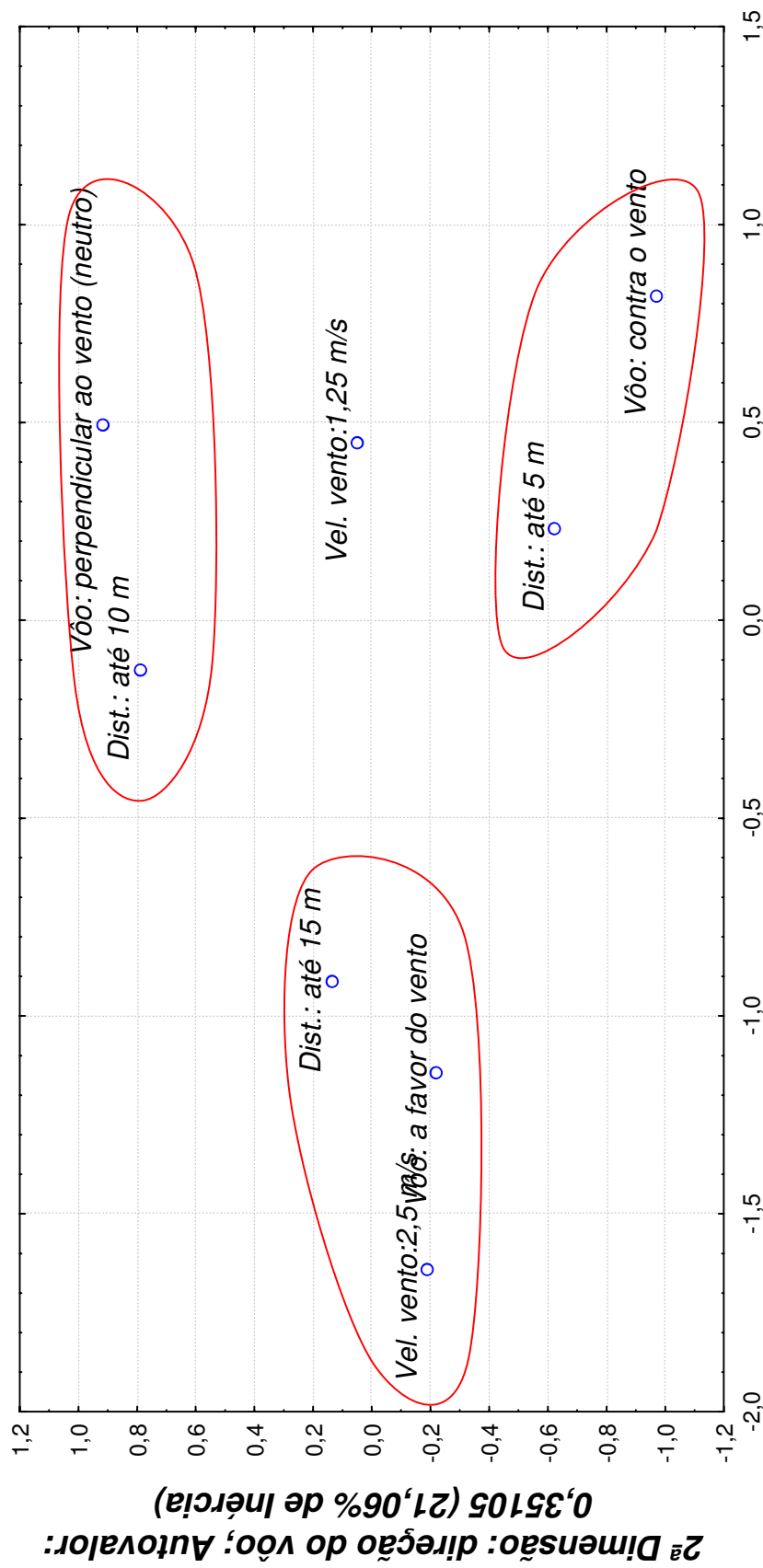
<sup>1</sup>As circunferências em preto simbolizam a área de dispersão do parasitóide até 120 h após a liberação.



**Figura 15.** Modelo de número e espaçamento entre pontos de liberação (em verde) de *T. remus* em agroecossistemas de algodoeiro sob velocidades eólicas classificadas como *brisa leve*, na Escala de Beaufort<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>As formas geométricas em preto simbolizam o campo de dispersão do parasitóide até 120 h após a liberação;

<sup>2</sup>A seta indica a direção e sentido do vento predominante.



**Figura 16.** Mapa perceptual da análise de correspondência múltipla aplicada aos parâmetros “velocidade eólica”, “orientação de vôo” e “distância percorrida”, exibindo suas correlações. Estabeleceram-se os níveis de “distância percorrida” (Dist) para os insetos que se deslocaram até 5m, >5 a 10 m e >10 a 15 m.

#### 4. DISCUSSÃO

Provavelmente devido às suas dimensões diminutas, *T. remus* possui pouco controle de vôo em velocidades eólicas elevadas (correspondente ou superior à classe *brisa leve* na Escala de Beaufort), uma vez que sua distribuição em todas as direções só foi constatada na menor velocidade do vento estudada. Os dados deixaram claro que a utilização deste parasitóide em programas de controle biológico exige que a sua metodologia de liberação seja elaborada em função das condições eólicas da área em questão, uma vez que nesse sentido a distribuição perimétrica dos insetos liberados é desejada.

As análises de regressão exponencial e de correspondência múltipla demonstraram-se tão úteis quanto a análise de variância para o processamento e interpretação dos dados relacionados à dispersão de *T. remus*, indicando que os três tipos de análises podem ser adotadas como ferramentas para estudar-se com confiabilidade a dispersão deste parasitóide em agroecossistemas. Em adição, os mapas de superfície e de alto-relevo sombreado podem colaborar significativamente com a interpretação dos dados de dispersão, uma vez que são eficientes na apresentação de tendências e permitem uma visualização concreta do padrão de dispersão.

O efeito da direção eólica sobre a orientação do vôo de *T. remus*, constatado apenas onde a velocidade eólica média foi de 2,5 m/s, indica dependência da variável orientação de vôo com relação à velocidade eólica. Isso demonstra que o efeito da direção eólica está relacionado e é diretamente proporcional à velocidade do vento, permanecendo insignificante em velocidades eólicas classificadas como *quase calmo*, como a verificada em Jaboticabal, e tornando-se notável a partir de ventos classificados como, pelo menos, *brisa leve*. Desta forma, em locais de velocidade eólica reduzida, uma distribuição mais uniforme dos insetos liberados seria mais facilmente alcançada. Observação semelhante foi feita por HENDRICKS (1967) em seu estudo sobre a dispersão de *T. semifumatum* em um agroecossistema de

algodoeiro, onde o autor concluiu que uma dispersão perimétrica seria mais facilmente conquistada na ausência de vento ou em ambientes onde a sua direção eólica se mantém em constante variação.

Na velocidade de 2,5 m/s, o vôo sob orientação contrária à do vento dificultou bastante o deslocamento dos insetos e não permitiu que distâncias próximas às aquelas apresentadas quando nas demais orientações de vôo fossem percorridas. Todavia, quando na velocidade de 1,25 m/s, a direção do vento não causou efeito forte o suficiente para exercer diferenças significativas sobre a orientação de vôo (Figuras 8, 9, 10, 12 e 16), o que confere às velocidades eólicas pertencentes à classe *quase calmo* a capacidade de favorecer uma distribuição mais homogênea dos insetos liberados.

As mudanças das características fenológicas e físicas das plantas de algodão (altura, número de folhas e área foliar) (Tabela 2) em função de seu desenvolvimento ao longo do período experimental, não pareceram afetar o deslocamento horizontal de *T. remus* (distância percorrida), todavia, causaram uma diminuição significativa no número de insetos capturados aos 90 DAE, quando em comparação com os valores relativos aos 30 e 60 DAE (Figura 12). Sendo a área foliar a característica que mais se modifica com o desenvolvimento das plantas de algodão, com relação à altura das plantas e número de folhas (Tabela 2), é de se esperar, por conta disso, que ela seja também a que mais afete a dispersão de *T. remus* em condições de campo. Logo, a diminuição do número de parasitóides capturados à medida que as plantas crescem pode ser explicada meramente pela “diluição” dos insetos liberados na área foliar das plantas do ambiente, cinco vezes maior aos 90 do que aos 30 DAE (Tabela 2). Espera-se, ainda, que a área foliar possua peso maior no processo de dispersão dos parasitóides porque ela funciona como barreira física ao deslocamento e está diretamente relacionada com a “diluição” dos fatores que guiam a dispersão, sejam eles alimento, abrigo, parceiro ou hospedeiro. Como a capacidade de deslocamento de *T. remus* foi praticamente a mesma independente da fenologia da cultura, é possível que o tamanho das plantas não tenha exercido influencia significativa sobre a movimentação desta espécie; ou,

hipótese que nós defendemos, que o aumento na área foliar das plantas tenha ocasionado uma maior “diluição” dos fatores que guiam a dispersão, o que acabou por estimular a movimentação dos insetos. Desta forma, a maior área foliar apresentada pelas plantas aos 90 DAE pode ter sido compensada com uma maior movimentação, dos parasitóides, tornando as capacidades de deslocamento semelhantes em todas as épocas de liberação estudadas. Estas observações indicam a não necessidade de se elevar a quantidade de insetos liberados conforme o desenvolvimento da cultura, pelo menos não com o objetivo de se manter ou de se incrementar a capacidade de dispersão.

FOURNIER & BOIVIN (2000) afirmaram que a estrutura do dossel pode desempenhar papel importante na velocidade eólica assimilada pelos indivíduos em processo de dispersão, assim como na dispersão resultante. É possível também que a dificuldade gerada pelo aumento da superfície de busca e pelo crescimento das plantas como um todo tenha sido compensada pela maior proximidade entre plantas ocasionada por este mesmo crescimento, o que favoreceria a movimentação via superfície foliar (andando) ou até mesmo via aérea, voando pequenas distâncias entre plantas de uma mesma linha. HENDRICKS (1967) sugeriu que o dossel de plantas age como um amortecedor das massas de ar em movimento e observou que indivíduos de *T. semifumatum* liberados até a altura do dossel se dispersaram mais regularmente do que indivíduos liberados acima das plantas, que acabaram sendo arrastados pelo vento.

Dados interessantes também foram obtidos por YU et al. (1984), que perceberam que no interior de macieiras, *T. minutum* estabeleceu uma distribuição uniforme, independentemente das condições eólicas, todavia, a movimentação entre árvores foi afetada pela direção do vento. Neste sentido, é de se esperar que plantas mais desenvolvidas possam incrementar o amortecimento do fluxo de ar à medida que sua altura e superfície foliar também sejam aumentadas. Assim, é bem possível que mesmo em condições de alta velocidade eólica, como a registrada no município de Riachão das Neves, a distribuição de insetos liberados possa alcançar maior uniformidade em

liberações realizadas com plantas em estágios mais avançados de desenvolvimento. Nesse caso, ao contrário do que normalmente se espera, o crescimento das plantas apresentaria um efeito positivo sobre o processo dispersivo.

KANOOR Jr. & BURBURTIS (1984) reportaram que à medida que a distância com relação ao ponto de liberação aumenta, o número de plantas encontradas pelos parasitóides também é incrementado, concluindo, logo, que a potencial área de busca do inseto se expande geometricamente com o aumento da distância com relação ao ponto de liberação. Todavia, há que se considerar que, no caso de insetos que se distribuem espacialmente de forma aleatória ou uniforme, como é o caso da maioria dos lepidópteros-praga, a probabilidade de um inimigo natural, em seu processo de busca, encontrar um hospedeiro/presa é a mesma em quaisquer distâncias do ponto de liberação. Desta forma, o fato da área de busca ser potencialmente maior à medida que o inseto se afasta do ponto de liberação, não significa, necessariamente, que as chances de se encontrar um hospedeiro/presa sejam menores.

Apesar dos dados coletados terem permitido a formulação de modelos envolvendo o número e a distância entre os pontos de liberação, a metodologia utilizada pode ter subestimado a capacidade de dispersão de *T. remus*, uma vez que o elevado número de insetos capturados muito próximos (até pelo menos 5 m) do ponto de liberação, quando agrupados ao restante dos insetos, capturados nas distâncias maiores do que esta, faz com que a média da distância percorrida caia consideravelmente. É possível que a metodologia proposta por ZACHRISSON & PARRA (1998), onde os insetos são monitorados a uma única distância por parcela, ou seja, sem que haja dispositivos de monitoramento antes da distância a ser monitorada, seja mais adequada ao estudo da capacidade de dispersão de insetos em ensaios de liberação e recaptura.

Uma vez que a capacidade de dispersão de *T. remus* foi indiferente à fenologia e ao tamanho das plantas de algodoeiro, os modelos propostos podem ser aplicados independentemente da idade da cultura. Todavia, a utilização de

*T. remus* em programas de controle biológico parece ser mais promissora em ambientes cujas condições de velocidade eólica sejam normalmente classificadas como *quase calmo* na Escala de Beaufort, uma vez que o número maior de pontos de liberação exigido em condições iguais ou superiores a *brisa leve* pode incrementar os gastos com liberação e dificultar a adesão por parte dos produtores. De qualquer forma, SÁ et al. (1993) e ZACHRISSON & PARRA (1998) estabeleceram quantidades de pontos de liberação de *T. pretiosum*/ha consideravelmente superiores aos determinados nesta pesquisa, apesar destes pesquisadores terem monitorado a dispersão dos parasitóides apenas 24 h após a liberação, o que pode ter subestimado a capacidade de dispersão do inseto, visto que este período pode não ter sido suficiente para que *T. pretiosum* demonstrasse todo o seu potencial de deslocamento.

O comportamento de vôo e dispersão de parasitóides podem determinar, em parte, o sucesso ou fracasso de um programa de controle biológico que se baseia na introdução de inimigos naturais. Em liberações inundativas, onde uma cobertura rápida e eficiente da cultura é crucial, a capacidade de dispersão do inimigo natural determinará a densidade de pontos de liberação que, por sua vez, pode ter um importante impacto sobre custos e eventual adoção do método pelos produtores (FOURNIER & BOIVIN, 2000). Nosso estudo sugere quão importante é realizar-se uma análise envolvendo fatores meteorológicos e bióticos antes da liberação de um inimigo natural em uma determinada área. Parece claro que a racionalização da metodologia de liberação é fator tão importante quanto a qualidade do inimigo natural a ser liberado, por exemplo, e que a indiferença a esse fator pode ser responsável não só pelo fracasso de controle em uma determinada ocasião, mas pela descrença total no potencial do controle biológico por parte dos produtores.

## 5. CONCLUSÕES

A velocidade e a direção eólicas influenciam a movimentação e, conseqüentemente, o padrão de dispersão de *T. remus* em agroecossistemas de algodoeiro. Como estas variáveis interagem entre si neste processo, não há sentido em julgá-las como “mocinhas” ou “vilãs” de forma conclusiva. O que pode-se concluir é que o efeito da direção eólica será insignificante quando a velocidade do vento for também insignificante; e que o inverso disto é também verdadeiro. Logo, a direção eólica será “mocinha” quando a velocidade do vento for “mocinha”; ou “vilã”, quando a velocidade do vento também assim o for. De qualquer forma, ambas as variáveis devem ser consideradas na elaboração de estratégias de liberação deste parasitóide.

## 6. REFERÊNCIAS

ANDERSON, R.C. & PASCHKE, J.D. Factors affecting the post release dispersal of *Anaphes flavipes* (Hymenoptera: Mymaridae), with notes on its post release development, efficiency and emergence. **Annals of the Entomological Society of America**. v.63, p.820-828, 1970.

BOURCHIER, R.S. & SMITH, S.M. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et applicata**. v.80, p.461-468, 1996.

CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**. v.21, p.21-26, 2000.

COLLIER, R.H. & FINCH, S. Some factors affecting the efficiency of sticky board traps for capturing the carrot fly, *Psila rosae* (Diptera: Psilidae). **Bulletin of Entomological Research**. v.80, p.153-158, 1990.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). In: BUENO, V.H.P. (Ed.) **Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade**. UFLA, Lavras, p.112-135, 2000.

DARROUZET-NARDI, A.; HOOPES, M.F.; WALKER, J.D.; BRIGGS, C.J. Dispersal and foraging behaviour of *Platygaster californica*: hosts can't run, but they can hide. **Ecological Entomology**. v.31, p.298-306, 2006.

DINGLE, H. Behavior, genes, and life histories: complex adaptations in uncertain environments. In: PRICE, W.; SLOBODCHIKOFF, C.N.; GAUD, W.S. **A new ecology: novel approaches to interactive systems**. Wiley, Nova Iorque, p.544, 1984.

DIXON, A.F.G. & MERCER, D.R. Flight behaviour in the sycamore aphid: factors affecting take-off. **Entomologia Experimentalis et applicata**. v.33, p.43-49, 1983.

FORSSE, E.; SMITH, S.M.; BOURCHIER, R.S. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*: effects of ambient temperature, mates, food, and host eggs. **Entomologia Experimentalis et applicata**. v.62, p.147-154, 1992.

FOURNIER, F. & BOIVIN, G. Comparative dispersal of *Trichogramma evanescens* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in relation to environmental conditions. **Environmental Entomology**. v.29, p.55-63, 2000.

GERLING, D. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). **Bulletin of Entomological Research**. v.61, p.385-488, 1972.

GERLING, D. & SCHWARTZ, A. Host selection by *Telenomus remus*, a parasite of *Spodoptera littoralis* eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.17, p.391-396, 1974.

GREATTI, M. & ZANDIGIACOMO, P. Postrelease dispersal of *Trichogramma brassicae* Bezdenko in corn fields. **Journal of Applied Entomology**. v.119, p.671-675, 1995.

HEINZ, K.M.; PARRELLA, M.P.; NEWMAN, J.P. Time-efficient use of yellow sticky traps in monitoring insect populations. **Journal of Economic Entomology**. v.85, p.2263-2269, 1992.

HENDRICKS, D.E. Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. **Journal of Economic Entomology**. v.60, p.1367-1371, 1967.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la edad del parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) sobre su capacidad de ovipostura y proporción sexual de la descendencia. **Boletín de Entomología Venezolana**. v.10, n.2, p.167-175, 1995.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la edad del hospedero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre el parasitismo y la proporción sexual de la descendencia (psd) de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Boletín de Entomología Venezolana**. v.11, p.27-32, 1996a.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletín de Entomología Venezolana**. v.11, p.149-153, 1996b.

HINDS, W.E. & OSTERBERGER, B.A. Results of *Trichogramma* colonization on sugar-cane borer damage in Louisiana in 1931. **Journal of Economic Entomology**. v.25, p.57-64, 1932.

HUNT, T.E.; HIGLEY, L.G.; WITKOWSKI, J.F.; YOUNG, L.J.; HELLMICH, R.L. Dispersal of adult European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) within and proximal to irrigated and non-irrigated corn. **Journal of Economic Entomology**. v.94, p.1369-1377, 2001.

ISARD, S.A.; KRISTOVICH, D.A.R.; GAGE, S.H.; JONES, C.J.; LAIRD, N.F. Atmospheric motion systems that influence the redistribution and accumulation of insects on the beaches of the Great Lakes in North America. **Aerobiologia**. v.17, p.275-291, 2001.

JOSHI, B.G.; SITARAMAIAH, S.; RAMAPRASAD, G. Field observations on impact of egg parasite *Telenomus remus* (Hym.: Scelionidae) on tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Lep.: Noctuidae) in tobacco nurseries in Andhra Pradesh, India. **Biocontrol**. v.27, p.331-334, 1982.

JUILLET J.A. Influence of weather on flight activity of parasitic Hymenoptera. **Canadian Journal of Zoology**. v.42, p.1133-1141, 1964.

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**. v.77, n.1, p.103-107, 1984.

LIDICKER Jr., W.Z. & STENSETH, N.C. To disperse or not to disperse: who does it and why? In: STENSETH, N.C. & LIDICKER Jr., W.Z. (Eds.) **Animal dispersal: small mammals as a model**. Londres, Chapman & Hall, p.21–36, 1992.

MCDUGALL, S.J. & MILLS, N.J. Dispersal of *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hym., Trichogrammatidae) from point-source releases in an apple orchard in California. **Journal of Applied Entomology**. v.121, 205-209, 1997.

MOLINA-OCHOA, J.; CARPENTER, J.E.; HEINRICHS, E.A.; FOSTER, J.E. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basin: an inventory. **Florida Entomologist**. v.86, p.254-289, 2003.

PEDRASI, T.C. & PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro.  
**Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1986. p.227.

PICHO, H.G. de. Biología de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Peruana de Entomología**. v.30, p.29-32, 1987.

PRIMAULT, B. Wind measurement. In: SEEMANN, J.; CHIRKOV, Y.I.; LOMAS, J.; PRIMAULT, B. (Eds.) **Agrometeorology**. Berlin, Springer-Verlag, p.84-96, 1979.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; ZAGO, H.B.; PASTORI, P.L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.40, p.613-616, 2005.

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em milho. **Scientia Agricola**. v.50, p.226-231, 1993.

SANKARAN, T. Natural enemies introduced in recent years for biological control of agricultural pests in India. **Indian Journal of Agricultural Science**. v.44, p.425-433, 1974.

SCHREAD, J.C. Behaviour of *Trichogramma* in field liberations. **Journal of Economic Entomology**. v.25, p.370-374, 1932.

SHWARTZ, A. & GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**. v.19, p.482-492, 1974.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N.A.V. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ceres, 419p., 1976.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**. v.41, p.375–406, 1996.

SUDGEN, A. & PENNISI, E. When to go, Where to stop. **Science**. v.313, p.775, 2006.

TAYLOR, L.R. Analysis of the effect of temperature on insects in flight. **The Journal of Animal Ecology**. v.32, p.99-117, 1963.

VANWOERKOM, G.J.; TURPIN, F.T.; BARRETT, J.R. Jr. Wind effect on western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) flight behavior. **Environmental Entomology**. v.12, p.196-200, 1983.

WALTERS, K.F.A. & DIXON, A.F.G. The effect of temperature and wind on the flight activity of cereal aphids. **Annals of Applied Biology**. v.104, p.17-26, 1984.

WADDILL, H. van & WHITCOMB, W.H. Release of *Telenomus remus* (Hym. Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Florida, U.S.A. **Biocontrol**. v.27, p.159-162, 1982.

WOJCIK, B.; WHITCOMB, W.H.; HABECK, D.H. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Florida Entomologist**. v.59, p.195-198, 1976.

YU, D.S.K.; LAING, J.E.; HAGLEY, A.C. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in an apple orchard after inundative releases. **Environmental Entomology**. v.13, p.371-374, 1984.

ZACHRISSON, B. & PARRA, J.R.P. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja. **Scientia Agricola**. v.55, p.133-137, 1998.

Capítulo 4

**EFEITO DA DIREÇÃO EÓLICA, DO TAMANHO DE  
PLANTAS E DA DISPONIBILIDADE DE HOSPEDEIROS  
NA DISPERSÃO DE *Telenomus remus* NIXON  
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**

#### **CAPÍTULO 4 - EFEITO DA DIREÇÃO EÓLICA, DO TAMANHO DE PLANTAS E DA DISPONIBILIDADE DE HOSPEDEIROS NA DISPERSÃO DE *Telenomus remus* Nixon (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**

**RESUMO** – O sucesso de um inimigo natural em agroecossistemas depende, entre outros fatores, de seu padrão de dispersão. Espera-se que espécies de tamanho diminuto, como parasitóides de ovos, sejam bastante sensíveis às condições ambientais durante esse processo. Neste capítulo, nós descrevemos os efeitos da direção eólica, do tamanho de plantas (caracterizado em 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE) e da disponibilidade de hospedeiros na dispersão de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), em um agroecossistema de algodoeiro. O processo dispersivo foi monitorado utilizando-se armadilhas adesivas e posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), após a liberação dos parasitóides no centro das parcelas, sobre plantas com 30, 60 e 90 DAE. O efeito da disponibilidade de hospedeiros foi estudado comparando-se o número de pontos de amostragem atingidos por fêmeas de *T. remus* com e sem presença de hospedeiros. Observou-se interação entre a orientação de vôo das fêmeas e o tamanho das plantas. Em plantas com 30 DAE, o vôo foi predominantemente passivo, enquanto aos 60 DAE houve tendência à uniformização na distribuição dos insetos nas parcelas, e aos 90 DAE predominou o vôo contra a direção do vento. O número de ovos parasitados por postura também foi inferior aos 90 DAE, indicando um possível maior gasto energético das fêmeas em decorrência do maior tamanho das plantas. A distância média percorrida não sofreu efeito do tamanho das plantas nem da direção eólica. A movimentação de fêmeas foi inferior em parcelas aonde foram disponibilizados hospedeiros, indicando que este pode ser o guia principal da dispersão de fêmeas de *T. remus*.

**Palavras-chave:** vento, movimento horizontal, algodão, *Gossypium hirsutum* L., fenologia, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)

## **EFFECT OF WIND DIRECTION, PLANT SIZE AND HOST AVAILABILITY ON DISPERSAL OF *Telenomus remus* NIXON (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE)**

**ABSTRACT** – The success of a natural enemy in agroecosystems depends on its dispersal pattern. We expect small species such as egg parasitoids to be sensible to environmental conditions during this process. In this chapter we described the effect of wind direction, plant size (featured by 30, 60 and 90 days after emergence of plants - DAE) and host availability on dispersal of *Telenomus remus* Nixon, in a cotton agroecosystem. Dispersal was monitored using sticky traps and *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) eggs, after release the parasitoids in the center plots, on plants with 30, 60 and 90 DAE. The effect of host availability was studied comparing the number of monitoring points reached by *T. remus* females between plots with and without host presence. Interaction between flight direction and plant size was observed. For plants with 30 DAE, the flight was predominantly passive, whereas for 60 DAE we observed a tendency to uniformization of insect distribution in the plots, and for 90 DAE the flight contrary to wind direction was predominant. The rate of eggs parasitized/egg patch was smaller for 90 DAE, indicating that females might waste more energy because of the larger plant size. The mean distance covered was not affected by the plant size nor by the wind direction. Female movement was less intense in plots where host were available, indicating that hosts might be the principal purpose of dispersal of *T. remus* females.

**Keywords:** wind, horizontal movement, cotton, *Gossypium hirsutum* L., fenology, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)

## 1. INTRODUÇÃO

O movimento de seres vivos é fator reconhecidamente importante na ecologia e evolução da maioria (senão de todas) as espécies, tendo sido alvo freqüente de estudos (ver *Science*, vol. 313, agosto de 2006). A dispersão, movimento de redistribuição de uma população no espaço, pode evitar competição, uniformidade genética e até mesmo mitigar as probabilidades de extinção em habitats efêmeros (LIDICKER Jr. & STENSETH, 1992).

STENSETH & LIDICKER Jr. (1992) foram muito felizes ao relembrar a história bíblica dos israelitas atravessando o deserto em busca de uma nova terra, como sendo o exemplo mais conhecido de dispersão. É fácil perceber que neste fato a busca da terra prometida foi o estopim e o guia do movimento. Mas será que todo movimento precisa de um motivo para ser iniciado? Do ponto de vista entomológico pode-se dizer que sim e há pelo menos 70 anos uma gama de pesquisadores tem dedicado seu tempo a estudar o que guia ou afeta o movimento dos insetos (HINDS & OSTERBERGER, 1932; TAYLOR, 1963; JUILLET, 1964; HENDRICKS, 1967; ANDERSON & PASCHKE, 1970; DIXON & MERCER, 1983; VANWOERKOM et al., 1983; WALTERS & DIXON, 1984; YU et al., 1984; FORSSE et al., 1992; GREATTI & ZANDIGIACOMO, 1995; BOURCHIER & SMITH, 1996; SMITH, 1996; MCDUGALL & MILLS, 1997; FIGUEIREDO, 1998; FOURNIER & BOIVIN, 2000; HUNT et al., 2001; ISARD et al., 2001; HOLLAND et al., 2006). Mas, mesmo sendo guiado por um motivo, esse movimento pode ser influenciado por fatores individuais e ambientais durante seu processamento. Sabe-se que alimento, hospedeiros, temperatura e condições eólicas podem afetar esse processo.

Como componente da interação tri-trófica, a cultura em que os insetos são liberados pode ser considerada importante fator de impacto sobre a dispersão, assim como ressaltou SMITH (1996) em sua revisão sobre os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Conseqüentemente, a altura das plantas, o número de

folhas e a área foliar podem ter forte ligação com o processo de movimentação vertical e horizontal dos insetos. Assim, o processo dispersivo de uma espécie pode apresentar diferentes padrões quando realizado em culturas diferentes, ou, até mesmo, em estádios de desenvolvimento distintos de uma mesma cultura. NEED & BURBUTIS (1979), ABLES et al. (1980) e WANG et al. (1997) constataram efeito negativo do aumento da área foliar de plantas de milho e algodão sobre o parasitismo de *T. pretiosum* Riley, *T. nubilale* Ertle & Davis e *T. ostrinia* Pang & Chen, o que leva a crer que o tamanho das plantas, em influenciando o parasitismo, pode conseqüentemente também surtir efeito sobre o processo dispersivo de parasitóides, uma vez que o fator hospedeiro faz parte do grupo de fatores relacionados com a dispersão.

Com relação aos fatores meteorológicos, diversos estudos têm revelado correlação entre condições eólicas e a iniciação, manutenção e direção do vôo de insetos parasitóides (HINDS & OSTERBERGER, 1932; HENDRICKS, 1967; ANDERSON & PASCHKE, 1970; DIXON & MERCER, 1983; WALTERS & DIXON, 1984; YU et al., 1984; FORSSE et al., 1992; GREATTI & ZANDIGIACOMO (1995); BOURCHIER & SMITH, 1996; SMITH, 1996; MCDOUGALL & MILLS, 1997; FOURNIER & BOIVIN, 2000), o que atesta a importância do fator vento sobre o processo dispersivo destes insetos, uma vez que é alcançado, sobremaneira, pelo vôo.

VINSON (1998) assume que o interesse na busca por hospedeiros após a emergência, apresentado por fêmeas de parasitóides, é guiado por fatores intrínsecos (relacionados com a sua biologia) e por fatores extrínsecos (físicos e biológicos), que por coincidência (ou não) são os mesmos fatores que guiam o processo dispersivo dos insetos (LIDICKER & STENSETH, 1992). Neste caso, é possível que a busca por hospedeiros seja o principal motivo de dispersão de fêmeas de parasitóides. Logo, espera-se que em ambientes onde haja disponibilidade de hospedeiros a movimentação dos insetos seja menos intensa do que em habitats onde a oferta de hospedeiros é escassa ou nula.

*Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) é um parasitóide de ovos de lepidópteros, cujos adultos medem de 0,5 a 0,6 mm de comprimento

e possuem coloração geral preta. Sua utilização como agente de controle biológico principalmente de espécies do gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) já ocorre há pelo menos 40 anos em vários países da Ásia e Américas (SANKARAN, 1974; SCHWARTZ & GERLING, 1974; WOJCIK et al., 1976; JOSHI et al., 1982; CAVE, 2000; FIGUEIREDO et al., 2002). No Brasil, praticamente toda literatura envolvendo esta espécie trata da sua interação com *S. frugiperda* (J.E. Smith), e parece comum relacionar o seu potencial enquanto agente de controle biológico à sua capacidade de parasitar todas as camadas de ovos desta praga (FIGUEIREDO, 1998; CARNEIRO, 2005 e OLIVEIRA, 2005), ao contrário do que se espera de espécies de *Trichogramma* (BESERRA et al., 2005).

Muitos estudos têm sido realizados a respeito de aspectos bioecológicos e comportamentais de *T. remus* no exterior (GERLING, 1972; GERLING & SCHWARTZ, 1974; SCHWARTZ & GERLING, 1974; PICO, 1987; HÉRNANDEZ & DÍAZ, 1995, 1996a e 1996b) e também no Brasil (FIGUEIREDO, 1998; FARIA, 2001; CARNEIRO, 2005; OLIVEIRA, 2005). Em contraste, estudos envolvendo aspectos que possam contribuir para a racionalização de sua utilização em condições de campo são raros, mesmo tendo a sua introdução no País ocorrido há pelo menos 20 anos (PEDRASI & PARRA, 1986).

Como *T. remus* trata-se de uma espécie com potencial de aproveitamento como agente de controle biológico de *Spodoptera* spp., o conhecimento da contribuição dos fatores que afetam a sua dispersão pode ajudar na elaboração de estratégias de liberação inteligentes.

Se a direção eólica, o tamanho das plantas e a disponibilidade de hospedeiros podem influenciar a movimentação de *T. remus*, e, conseqüentemente, o seu padrão de dispersão, então essas variáveis devem ser consideradas na elaboração de estratégias de liberação deste parasitóide. Para testar estas hipóteses, nós estudamos a dispersão de *T. remus* em condições de campo, avaliando o efeito destas variáveis sobre a sua dispersão.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Efeito da direção eólica e do tamanho das plantas**

#### **2.1.1. Áreas**

Foi utilizado plantio de algodoeiro 'Delta Opal' localizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCAV/UNESP), em Jaboticabal-SP (21°15'17"S, 48°19'20"W).

As parcelas foram constituídas de áreas quadrangulares, com distância de pelo menos 50 m entre os centros de duas parcelas adjacentes, com dimensões de 15,3x20 m e 19,6x20 m, e espaçamento entre linhas de 0,85 m (18 e 23 linhas/parcela, respectivamente); com densidade de oito plantas por metro linear (ver esquema das parcelas no Capítulo 3, página 62).

Durante todo o período experimental as áreas foram resguardadas de quaisquer tratamentos fitossanitários.

#### **2.1.2. Insetos**

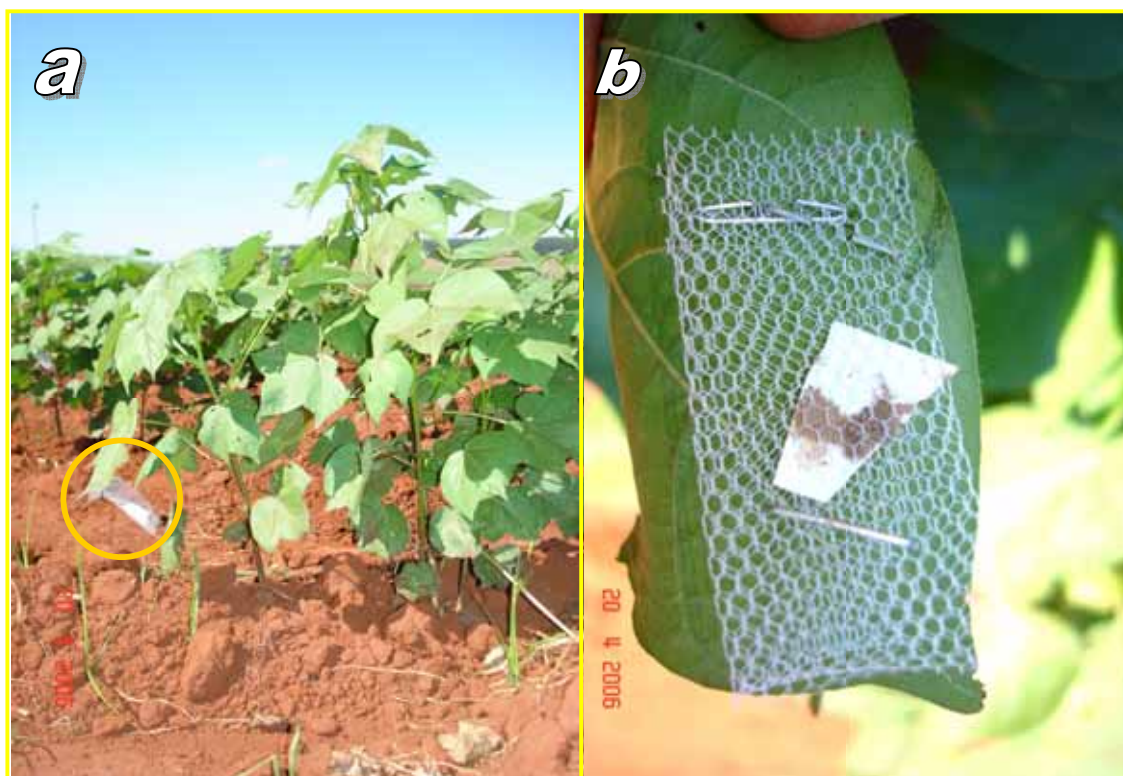
Criações massais de *S. frugiperda* e *T. remus* foram conduzidas seguindo a metodologia de criação desenvolvida por CRUZ (2000), conforme descrição no Capítulo 2 (página 26).

#### **2.1.3. Procedimentos experimentais**

##### **2.1.3.1. Dispositivos de monitoramento**

O monitoramento da dispersão foi realizado fixando-se posturas de *S. frugiperda* contendo pelo menos 100 ovos com até 36 h (no momento da liberação) de desenvolvimento embrionário. As posturas foram alojadas em uma pequena embalagem (2x4 cm), produzida com tule (malha com 2 mm de abertura), material que permitiu livre passagem de *T. remus*. A utilização desta estratégia foi necessária para facilitar a fixação das posturas nas folhas das

plantas de algodão e para dificultar a predação dos ovos por inimigos naturais. As posturas foram grampeadas na face abaxial das folhas (Figura 1), uma vez que estudos de PITRE et al. (1983) envolvendo o comportamento de oviposição de *S. frugiperda* indicaram preferência desta espécie em ovipositar neste lado das folhas de algodoeiro. A fixação ocorreu no terço superior das plantas e em direção ao ponto de liberação, na densidade de 21 posturas/linha, de forma que duas unidades subseqüentes estivessem em eqüidistância.



**Figura 1.** a - Postura de *S. frugiperda* (círculo) fixada na face abaxial de uma folha de algodoeiro; b - detalhe da postura fixada.

### **2.1.3.2. Liberações**

Após a fixação de todos os dispositivos de monitoramento (posturas de *S. frugiperda*), procedeu-se a liberação de cerca de nove mil parasitóides adultos recém emergidos (com menos de 24h da emergência) alimentados com mel, em cada parcela estudada, conforme metodologia descrita no Capítulo 3 (página 64).

### **2.1.3.3. Delineamento experimental e avaliações**

Foi adotado o delineamento experimental de blocos casualizados, com distribuição dos tratamentos em esquema fatorial 3x3, com duas repetições. Estudaram-se três níveis de tamanho das plantas (caracterizados por 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE); e três níveis de orientação de vôo dos insetos liberados: a favor, contra e perpendicular (neutro) à direção e sentido do eixo de direção eólica (conforme descrição no Capítulo 3, página 67).

As liberações foram realizadas em parcelas de 20x20 m, quando as plantas atingiram 30, 60 e 90±2 DAE. Quarenta e oito horas após cada liberação procedeu-se a coleta das massas de ovos, que foram inspecionadas à procura da presença de fêmeas de *T. remus*, que quando presentes, foram retiradas com auxílio de um pincel fino e liberadas, para que não efetuassem posturas após o período estipulado. Finalizada a inspeção, as posturas foram empacotadas individualmente em sacos plásticos transparentes (4,5x22 cm) e encaminhadas ao laboratório, onde foram incubadas em câmara climatizada do tipo B.O.D., a 25 °C, 70% de U.R., e 12 h de fotoperíodo. Diariamente e até o terceiro dia de incubação, as massas de ovos foram inspecionadas à procura de larvas de *S. frugiperda*, que poderiam danificar os ovos parasitados e por isso foram eliminadas sempre que constatadas.

O monitoramento da dispersão de *T. remus* ocorreu identificando-se as posturas parasitadas e mensurando-se o número de adultos emergidos por postura, quinze dias após o início da incubação, com auxílio de microscópio estereoscópico. Analisaram-se o efeito da direção eólica sobre a orientação de

vôo e sobre a distância média percorrida, utilizando-se como parâmetro o número de pontos de amostragem parasitados e a média da distância de parasitismo com relação ao ponto de liberação, respectivamente.

#### **2.1.3.4. Dados meteorológicos**

Foram coletados dados meteorológicos relativos à temperatura, velocidade eólica e umidade relativa do ar. A medição e registro destes dados em Jaboticabal foram realizados pela Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, localizada a aproximadamente 300 m da área experimental.

#### **2.1.3.5. Biometria das plantas**

Vide item 2.3.4 no Capítulo 3 (página 67).

#### **2.1.4. Análise dos dados**

Os dados relativos ao número de pontos e de ovos parasitados e à média da distância de parasitismo com relação ao ponto de liberação foram transformados em  $\sqrt{x+1}$  e submetidos à análise de variância, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas (ESTAT, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, versão 2.0).

Curvas de densidade-distância correlacionando o número de pontos parasitados com a distância de captura com relação ao ponto de liberação foram estimadas com base no modelo de regressão exponencial de primeira ordem  $y = y_0 + Ae^{-x/t}$ , utilizando o software *Origin* (©Microcal Software, 1999, *Data Analysis and Technical Graphics*, versão 6.0).

Os dados foram ainda explorados de forma multivariada para verificar a existência de correlação entre a orientação do vôo, o tamanho das plantas, a distância percorrida e o número de ovos parasitados pelos insetos liberados; submetendo-os à análise de correspondência múltipla utilizando o software *Statistica* (©StatSoft, Inc., 2001, *Data Analysis Software System*, versão 6.0).

A movimentação e o parasitismo das fêmeas de *T. remus* foram estudados também em mapas de superfície (*Surface*), elaborados segundo o método de interpolação por “krigagem”; e em mapas de alto-relevo sombreado (*Shaded Relief Map*); confeccionados, em ambos os casos, utilizando-se o software *Surfer* (©Golden Software, Inc., 2006, *Surface Mapping System*, versão 8.06.39).

Com base nestas análises foram determinados os padrões de dispersão e parasitismo das fêmeas de *T. remus*.

## **2.2. Efeito da disponibilidade de hospedeiros**

Este estudo foi realizado utilizando-se os dados relativos à dispersão de *T. remus* coletados no ensaio com armadilhas adesivas apresentados no Capítulo 3 (página 70), e no ensaio com posturas de *S. frugiperda* apresentado neste Capítulo.

No caso do ensaio com posturas, foram selecionados apenas os dados coletados na área de 19,6X20 m, uma vez que suas dimensões se assemelharam àquelas ostentadas pela área utilizada no ensaio com armadilhas. Quanto às armadilhas adesivas, utilizaram-se somente os dados relativos às parcelas de Jaboticabal-SP.

### **2.2.1. Delineamento experimental**

Os dados foram analisados segundo delineamento experimental de blocos casualizados, com os dois tipos de dispositivos de monitoramento, armadilhas adesivas e posturas hospedeiras, constituindo os tratamentos.

Para efeito da análise, a área monitorada de cada tratamento foi dividida em quadrantes, que constituíram as parcelas. Como nós realizamos três liberações por tratamento, distribuídas aos 30, 60 e 90 dias após emergência das plantas (DAE), nós tivemos 12 parcelas, ou repetições, por tratamento. Em cada parcela foi avaliado o número de pontos atingidos pelas fêmeas de *T.*

*remus*, contabilizando-se, em ambos os casos, apenas a presença/ausência do parasitóide.

É evidente que não haveria sentido em comparar um tratamento que considera apenas as fêmeas de *T. remus*, como é o caso do que envolve posturas, com um outro que atrai tanto machos como fêmeas do parasitóide, como é o caso do que utiliza armadilhas. Neste caso, estimou-se o número de pontos atingidos por fêmeas nas parcelas contendo armadilhas, por meio da multiplicação do número total de pontos atingidos por machos e fêmeas, pela razão sexual dos parasitóides liberados, que variou entre 0,53 a 0,55.

### 2.2.2. Análise

Os dados foram transformados em  $\sqrt{x+1}$  e então submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Efeito da direção eólica e do tamanho de plantas

Os dados meteorológicos e sobre a fenologia das plantas estão expostos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Os valores de  $F$  foram não significativos para as análises dos fatores em separado e também para sua interação, ou seja, não constatou-se efeito significativo da direção eólica, bem como do tamanho das plantas, sobre o número de pontos parasitados e sobre a distância do parasitismo com relação ao ponto de liberação de *T. remus* (Tabela 3). Os números médios de pontos parasitados e as distâncias médias percorridas por *T. remus* nas três situações e sob as três orientações de vôo com relação à direção eólica foram expostos na Figura 2.

**Tabela 1.** Condições meteorológicas relativas aos períodos de monitoramento da dispersão de *T. remus* na cultura do algodoeiro, em Jaboticabal-SP, Brasil.

LOCAL	PERÍODO	TEMPERATURA (°C)			VELOCIDADE EÓLICA (m/s)		UMIDADE RELATIVA (%)		
		Min.	Máx.	Média	Média	Rajada máx.	Máx.	Min.	Méd.
Jaboticabal	19-25 mar.	19,9	30,9	23,8	1,61	5,65	94,0	40,1	79,1
	19-24 abr.	13,5	30,7	21,6	2,16	6,38	94,5	25,9	66,0
	24-29 mai.	13,1	28,9	20,0	1,22	5,18	91,8	27,1	65,3

**Tabela 2.** Características físicas das plantas de algodão nas parcelas de Jaboticabal-SP, durante três momentos do período experimental<sup>1</sup>.

IDADE DAS PLANTAS (DAE)	ESTÁDIO FENOLOGICO	ALTURA (cm)	N° DE FOLHAS	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )
30	Crescimento vegetativo	22,60	12,80	264,38
60	Crescimento vegetativo	52,90	19,00	702,89
90	Floração	63,70	32,50	1294,33

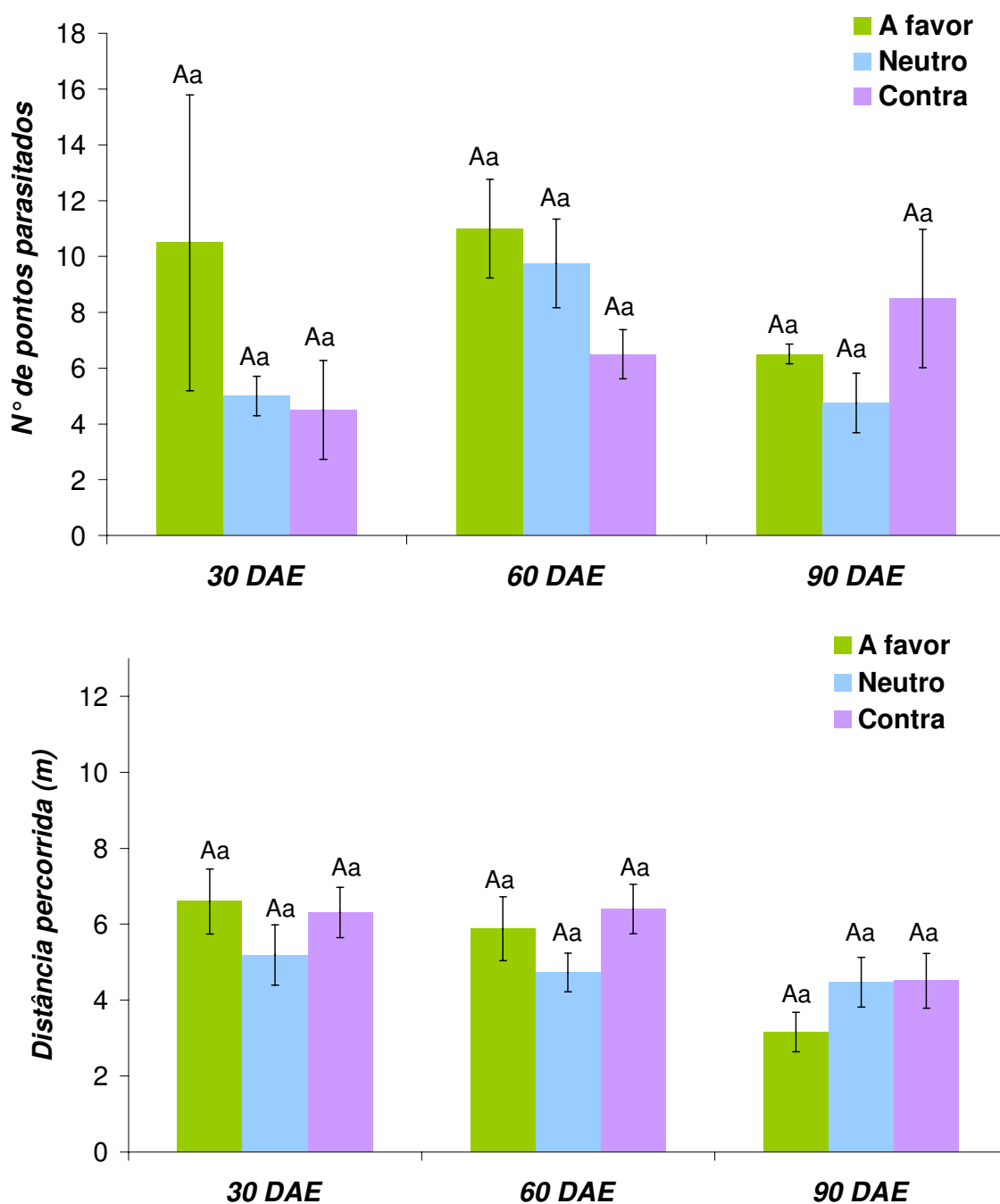
<sup>1</sup> Média de 10 plantas coletadas ao acaso no interior das parcelas.

**Tabela 3.** Valores de *F*, graus de liberdade, coeficientes de variação e valores de *P* para as análises de variância relativas ao número de pontos parasitados e à média da distância de parasitismo com relação ao ponto de liberação (dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ ).

CAUSA DA VARIAÇÃO <sup>1</sup>	VALOR DE <i>F</i>	GRAUS DE LIBERDADE	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
<i>Número de pontos parasitados</i>			27,26
Fator A	0,66 <sup>NS</sup>	2	
Fator B	1,54 <sup>NS</sup>	2	
Interação A x B	0,97 <sup>NS</sup>	4	
<i>Média da distância de parasitismo com relação ao ponto de liberação</i>			11,08
Fator A	3,43 <sup>NS</sup>	2	
Fator B	0,08 <sup>NS</sup>	2	
Interação A x B	1,11 <sup>NS</sup>	4	

<sup>1</sup> Fator A = orientação de vô; fator B = tamanho das plantas (caracterizado em 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE);

<sup>NS</sup> Valor de *F* não significativo.



**Figura 2.** Médias ( $\pm$  EPM) do número de pontos parasitados por *T. remus* (em cima) e da distância percorrida no ensaio com posturas, aos 30, 60 e 90 dias após emergência (DAE) de plantas de algodoeiro e três orientações de vôo com relação à direção eólica, no município de Jaboticabal-SP, 2006<sup>1</sup>.

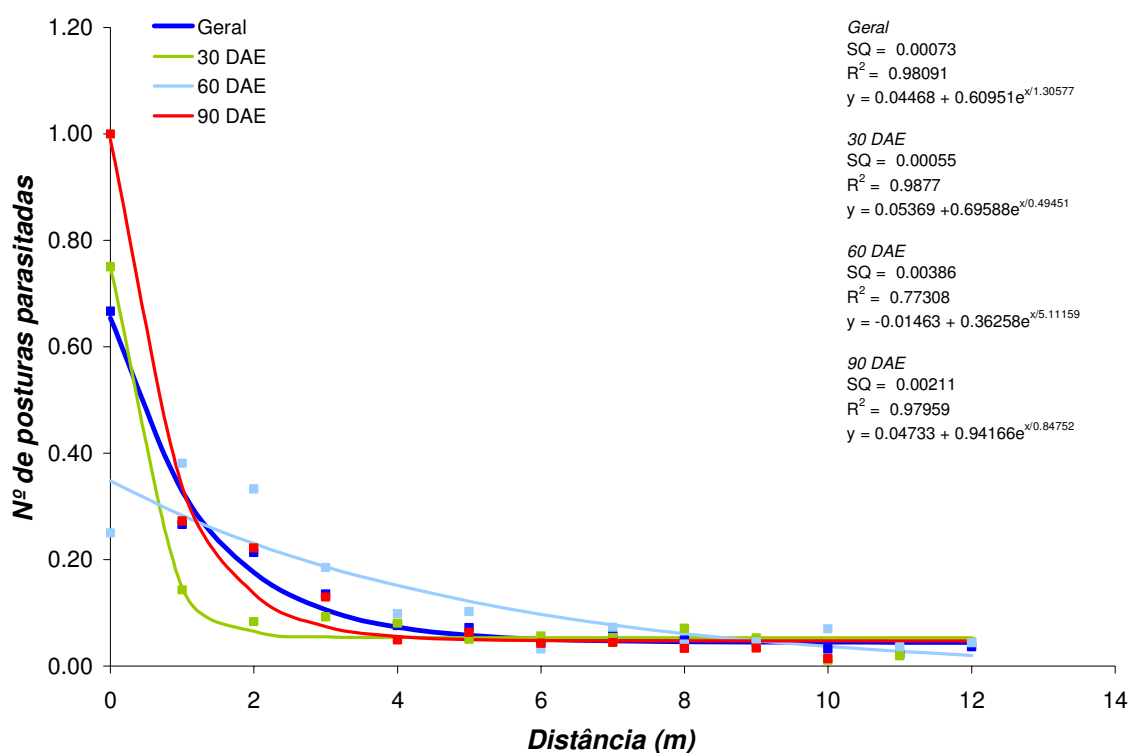
<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada idade de plantas e pela mesma letra minúscula numa mesma orientação de vôo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ ).

Observou-se uma correlação negativa entre o número de pontos parasitados e a distância de captura com relação ao ponto de liberação, independentemente das condições de tamanho das plantas e da direção eólica (Figuras 3 e 4). Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de alta significância (0,51~0,98) demonstram a confiabilidade dos modelos.

Os padrões de dispersão e de parasitismo de *T. remus* estão expostos nos mapas de superfície e em alto-relevo (Figuras 5 e 6). Pode-se observar que se diferenças entre número de pontos parasitados, nas três situações de tamanho de plantas, não parecem evidentes, pode-se notar, nitidamente, padrões de dispersão característicos para cada tamanho. Em plantas com 30 DAE, por exemplo, houve preponderância de vôo a favor do vento; já em plantas de 90 DAE, a orientação de vôo foi contrária à direção do vento; enquanto que aos 60 DAE parece ter havido dominância do vôo a favor do vento, todavia, com certa tendência à uniformidade na dispersão. Essas diferenças de padrão foram constatadas na análise de variância, todavia, foram consideradas não significativas (Figura 2).

Ainda na Figura 5 nota-se uma tendência ao decréscimo no parasitismo, nitidamente inferior nas plantas de 90 DAE com relação às de 30 e 60 DAE. Essa tendência foi admitida como diferença significativa pela análise de variância (Figura 7). Já a direção eólica pareceu não exercer qualquer influência sobre o parasitismo por postura, segundo o teste *F* (Figura 8).

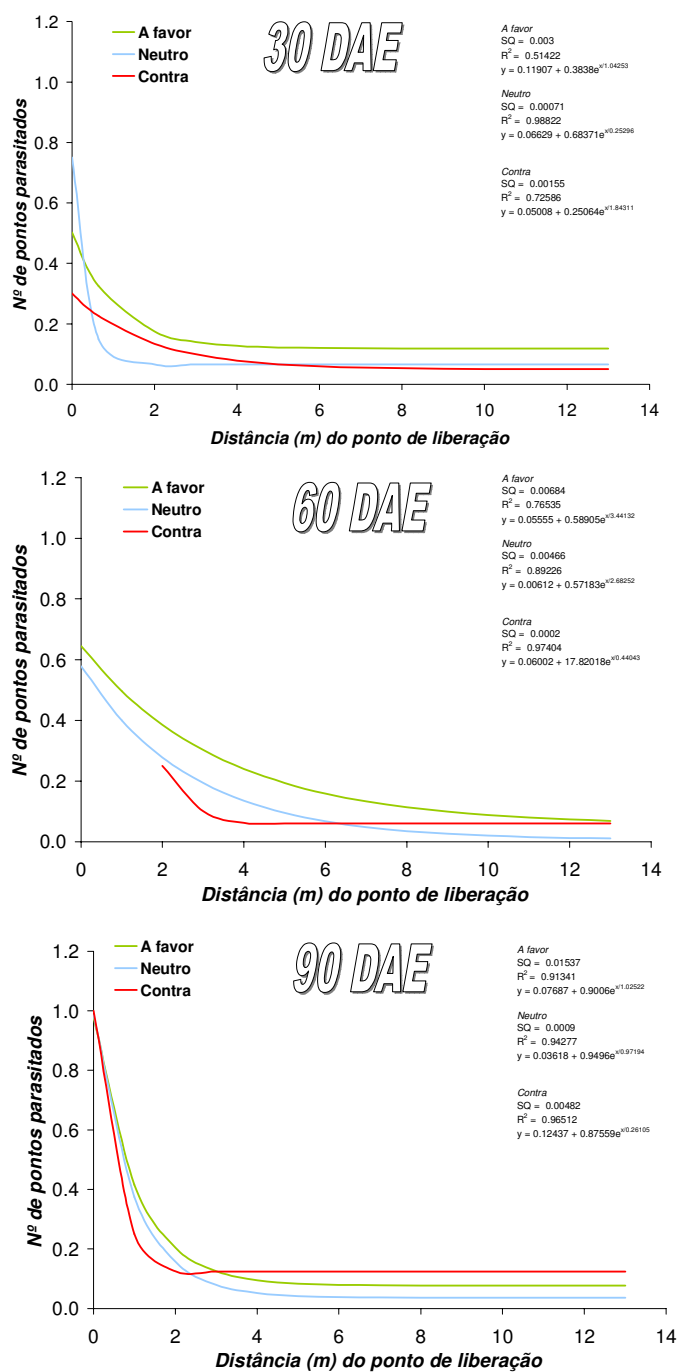
Com relação à distância percorrida, pelos mapas de alto-relevo não foi possível identificar discrepâncias nítidas entre os tamanhos de plantas, o que se confirmou pela análise de variância (Figura 2).



**Figura 3.** Curvas de densidade-distância correlacionando o número de posturas parasitadas por *T. remus* com a distância do local de parasitismo a partir do ponto de liberação, considerando o tamanho das plantas de algodoeiro (caracterizado em 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), em Jaboticabal-SP, 2006<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Estimadas com base no modelo de regressão exponencial de primeira ordem  $y = y_0 + Ae^{-x/t}$ ;

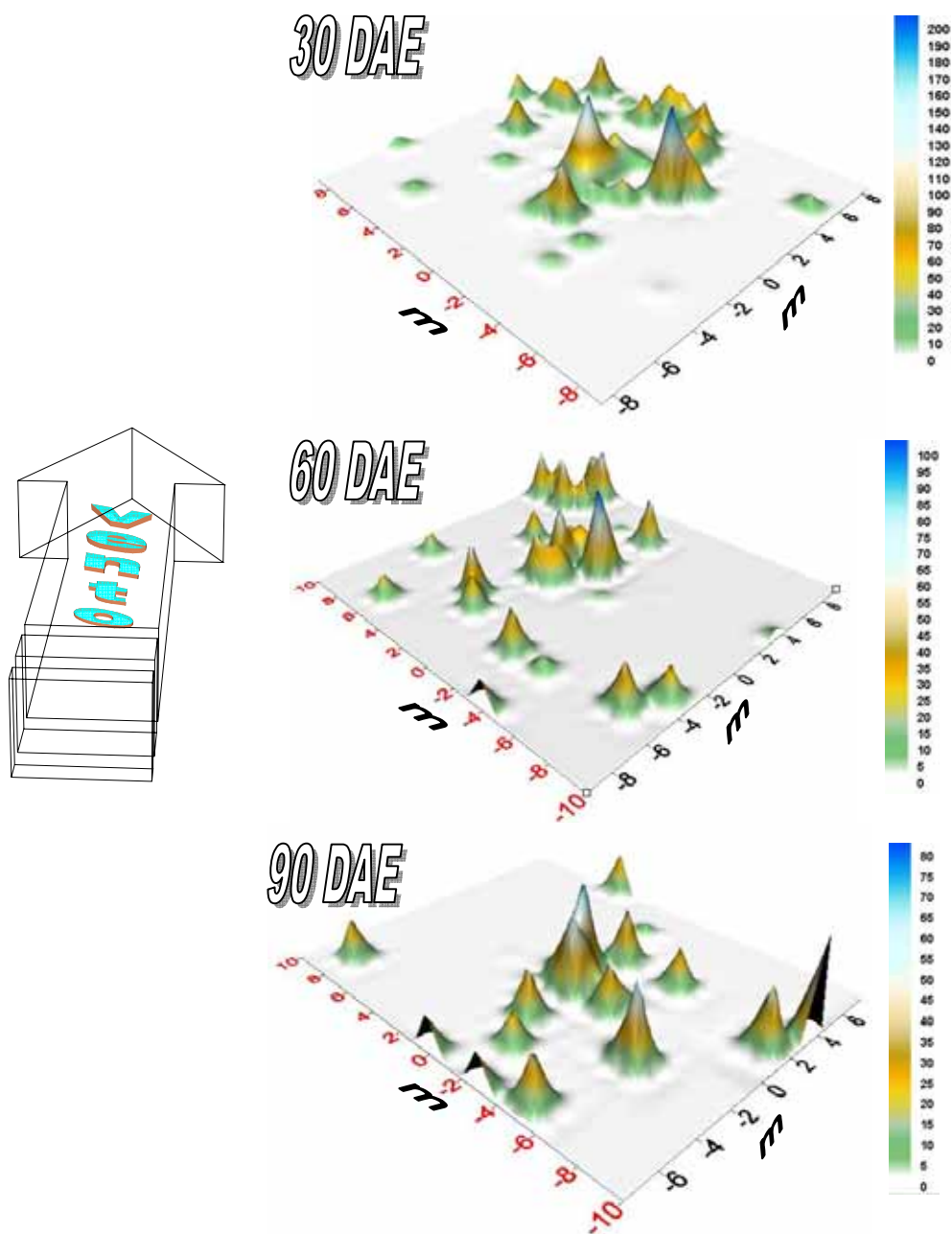
<sup>2</sup>A distância "0" inclui as posturas parasitadas a até 1 m do ponto de liberação; a distância "1", aquelas parasitadas acima de 1 e até 2 m do ponto de liberação; e assim por diante.



**Figura 4.** Curvas de densidade-distância correlacionando o número de posturas parasitadas por *T. remus* com a distância do local de parasitismo a partir do ponto de liberação, considerando a orientação do vôo dos parasitóides, em cada tamanho de plantas (caracterizado em 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), em Jaboticabal, 2006<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Estimadas com base no modelo de regressão exponencial de primeira ordem  $y = y_0 + Ae^{-x/t}$ ;

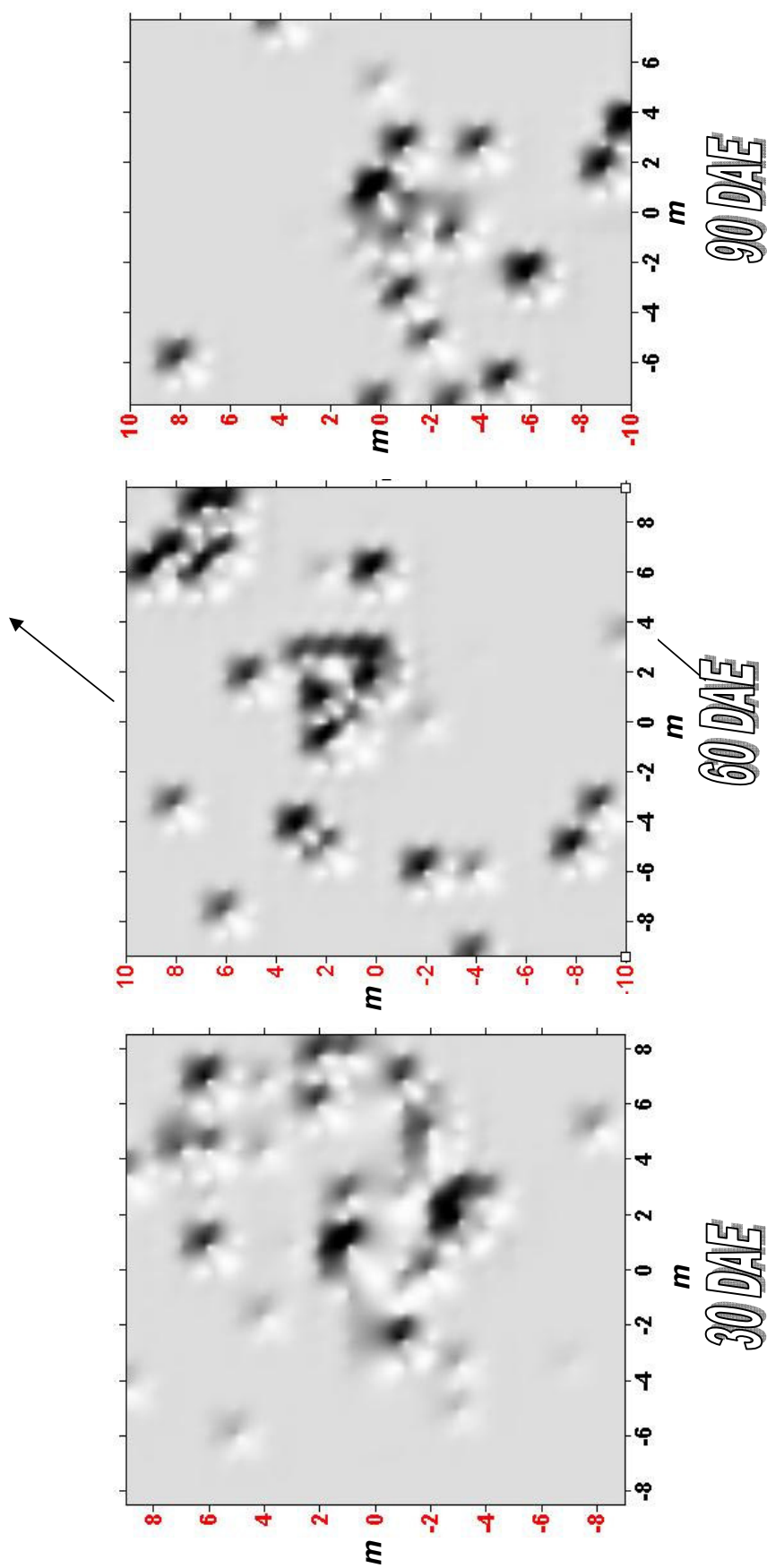
<sup>2</sup>A distância "0" inclui as posturas parasitadas a até 1 m do ponto de liberação; a distância "1", aquelas parasitadas acima de 1 e até 2 m do ponto de liberação; e assim por diante;



**Figura 5.** Mapas de superfície apresentando os padrões de dispersão de *T. remus* até 48h após a liberação, realizada no centro de parcelas de algodoeiro, aos 30, 60 e 90 dias após emergência das plantas (DAE), em Jaboticabal-SP, 2006<sup>1,2</sup>.

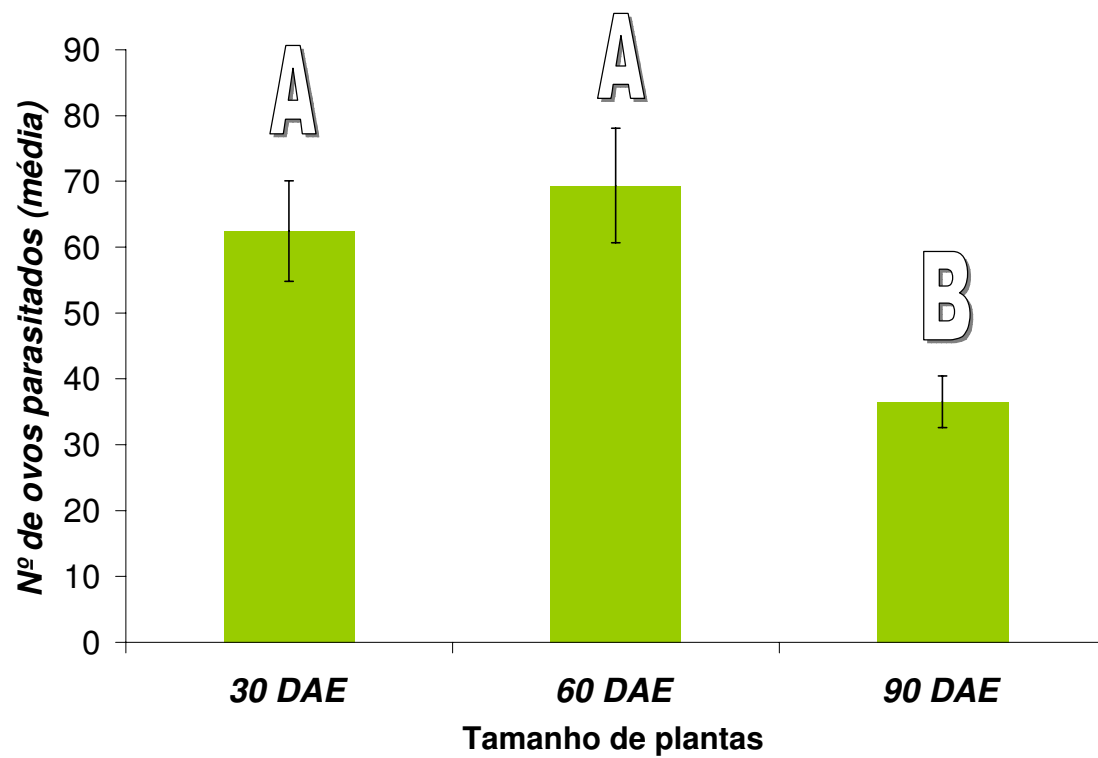
<sup>1</sup>As zonas em alto relevo representam os pontos parasitados pelos insetos liberados, cujas alturas de elevação estão relacionadas com o número de ovos parasitados;

<sup>2</sup>a seta indica a direção e o sentido do vento predominante nas três situações.



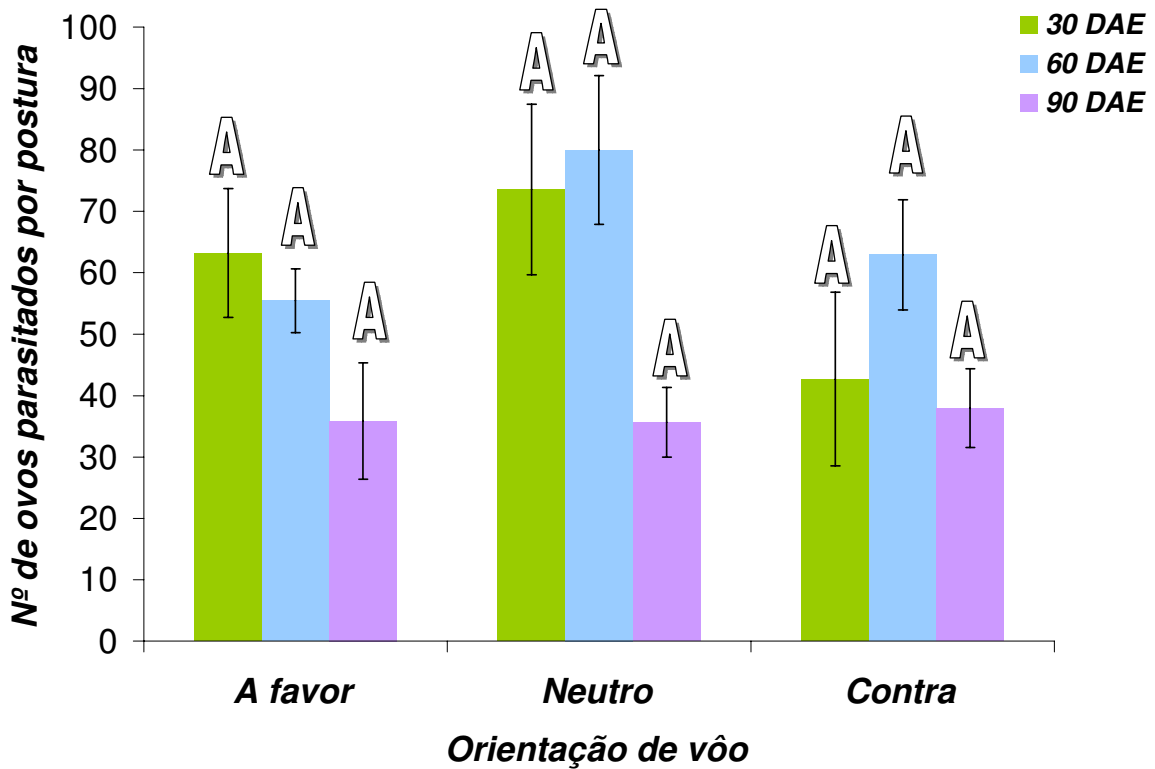
**Figura 6.** Mapas em alto-relevo sombreado apresentando os padrões de dispersão de *T. remus* 48 h após a liberação, realizada no centro de parcelas de algodoeiro, aos 30, 60 e 90 dias após emergência das plantas (DAE), em Jaboticabal-SP, 2006<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>As nuances em alto relevo representam os pontos de captura dos parasitóides, cujo diâmetro está relacionado com o número de insetos capturados;  
<sup>2</sup>a seta indica a direção e o sentido do vento predominante em ambas as situações.



**Figura 7.** Número médio ( $\pm$  EPM) de ovos parasitados por postura por *T. remus* nos três tamanhos de plantas de algodoeiro (caracterizados em 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), em Jaboticabal-SP, 2006<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Médias identificadas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ ).



**Figura 8.** Número médio ( $\pm$  EPM) de ovos parasitados por postura por *T. remus* nos três tamanhos de plantas de algodoeiro (caracterizados em 30, 60 e 90 dias após emergência - DAE), levando-se em consideração a orientação de vôo, em Jaboticabal-SP, 2006<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Médias identificadas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ ).

Em se tratando das curvas de densidade-distância relativas ao tamanho das plantas (Figura 3), parece haver contraste considerável do modelo referente aos 60 DAE com relação aos demais. Este fato demonstra que, apesar do tamanho das plantas não provocar efeito significativo sobre o número de pontos parasitados e sobre a distância média percorrida (Figura 2), ele afeta a distribuição do parasitismo, concentrando-o nas proximidades do ponto de liberação quando aos 30 e 90 DAE, e permitindo que ele distribua-se mais uniformemente em plantas com 60 DAE.

Analisando-se o efeito da orientação de vôo sobre as curvas de densidade-distância em cada tamanho das plantas, separadamente (Figura 4), não perceberam-se diferenças nítidas entre os modelos, indicando independência da distribuição radial de parasitismo sobre a variável “orientação de vôo”.

A análise de correspondência múltipla revelou efeito significativo da direção eólica e do tamanho de plantas sobre a orientação de vôo dos insetos, estando estas na primeira e na segunda dimensões, respectivamente (Tabela 4, Figura 9). A distância estabelecida entre os níveis dentro de cada parâmetro estudado indica que cada um destes níveis representa um papel significativamente diferente no processo dispersivo e justifica sua presença na análise.

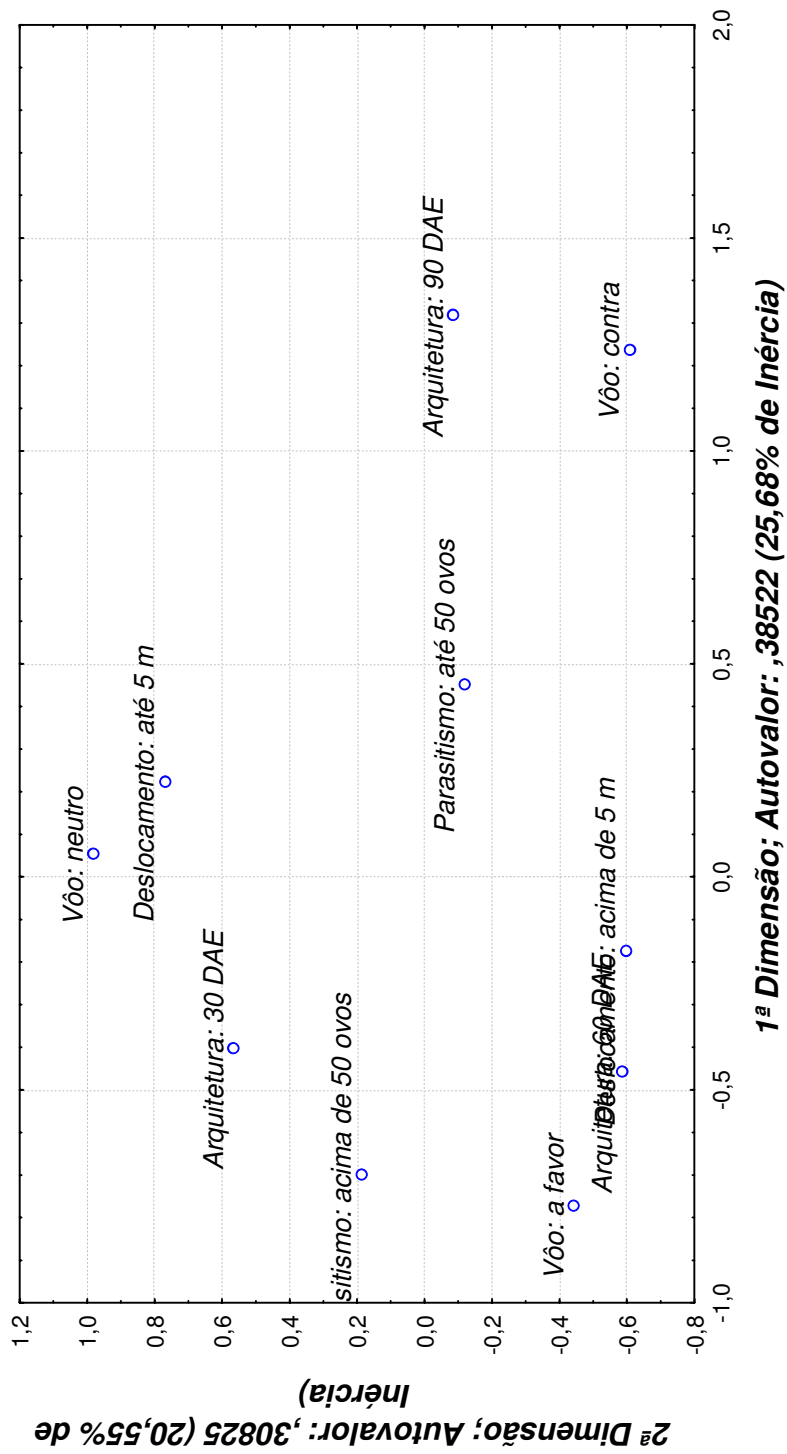
Parasitismo de até 50 ovos por postura foi comum a todas as orientações de vôo e a quaisquer tamanhos de plantas. Todavia, houve forte tendência das posturas com mais de 50 ovos parasitados estarem associadas às orientações de vôo “a favor” e “neutro”, e aos tamanhos de plantas correspondentes aos 30 e 60 DAE. Observou-se também forte correlação entre as plantas com 90 DAE e os insetos que voaram contra o vento (Figura 9).

Quanto à distância percorrida, pode-se notar, correlação significativa entre os insetos que se deslocaram acima de 5 m com a orientação de vôo “a favor” e as plantas com 60 DAE; e entre aqueles que voaram por no máximo cinco metros e a orientação “neutro” (Figura 9).

**Tabela 4.** Coordenadas e valores das inércias de cada parâmetro estudado, fornecidos pela análise de correspondência múltipla.

<b>PARÂMETRO<sup>1</sup></b>	<b>COORDENADA NA DIMENSÃO 1</b>	<b>COORDENADA NA DIMENSÃO 2</b>	<b>INÉRCIA RELATIVA</b>	<b>INÉRCIA DA DIMENSÃO 1</b>	<b>INÉRCIA DA DIMENSÃO 2</b>
<b>30 DAE</b>	-0,401396	0,563867	0,099291	0,042270	0,104242
<b>60 DAE</b>	-0,457034	-0,588277	0,108156	0,047590	0,098533
<b>90 DAE</b>	1,318920	-0,087556	0,125887	0,276229	0,001521
<b>A favor</b>	-0,773099	-0,444988	0,097518	0,160931	0,066630
<b>Neutro</b>	0,053424	0,979630	0,109929	0,000631	0,264960
<b>Contra</b>	1,236578	-0,608418	0,125887	0,242815	0,073458
<b>até 5 m</b>	0,223002	0,770527	0,093972	0,014077	0,210022
<b>&gt; de 5 m</b>	-0,172511	-0,596068	0,072695	0,010890	0,162470
<b>até 50 ovos</b>	0,452343	-0,120572	0,065603	0,080522	0,007149
<b>&gt; 50 ovos</b>	-0,696852	0,185745	0,101064	0,124047	0,011014

<sup>1</sup>DAE=dias após emergência das plantas.

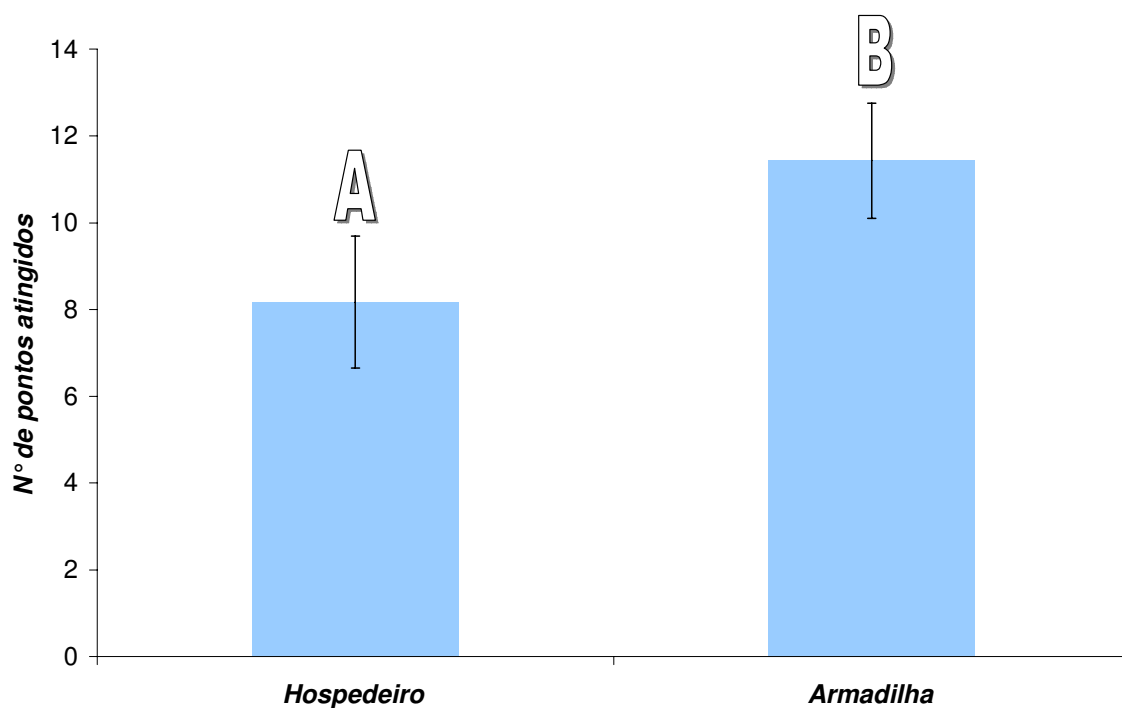


**Figura 9.** Mapa perceptual da análise de correspondência múltipla aplicada aos parâmetros “tamanho de plantas” (caracterizados em 30, 60 e 90 dias após emergência – DAE), “orientação de vôo”, “distância percorrida” e “parasitismo”, exibindo suas correlações<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Estabeleceram-se os níveis de “distância percorrida” (Dist) para os insetos que se deslocaram até 5 e acima de 5 m; e de “parasitismo” para posturas com até 50 e acima de 50 ovos parasitados.

### 3.2. Efeito da disponibilidade de hospedeiros

O teste  $F$  detectou diferença significativa entre as quantidades de pontos atingidos por fêmeas de *T. remus* em parcelas com hospedeiros e com armadilhas ( $F=5,72$ ;  $CV=17,51\%$ ,  $P\leq 0,05$ , Figura 10), o que indica que a intensidade de movimentação em ambientes com presença de hospedeiros é inferior àquela apresentada em ambientes onde a oferta de posturas é escassa ou nula, como no caso das parcelas cujo monitoramento da dispersão foi realizado com armadilhas.



**Figura 10.** Número médio ( $\pm$  EPM) de pontos atingidos por fêmeas de *T. remus* utilizando-se dois tipos de dispositivos de monitoramento: posturas hospedeiras (*S. frugiperda*) e armadilhas amarelas adesivas, em Jaboticabal-SP, 2006<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ ).

#### 4. DISCUSSÃO

Assim como os israelitas se dispersaram guiados pelo desejo de encontrar a terra prometida, a movimentação de fêmeas de *T. remus* também obedece a um propósito: encontrar hospedeiros disponíveis e garantir a sobrevivência da espécie. Esse fato pode confirmar a hipótese de que a busca por hospedeiros compõe o motivo principal de dispersão das fêmeas deste parasitóide. Este comportamento parece altamente justificável e confirma a teoria de DINGLE (1984) e de LIDICKER & STENSETH (1992) que atribuem ao movimento dispersivo a capacidade de mitigar as probabilidades de extinção de uma espécie.

Comportamento semelhante foi observado por FORSSE et al. (1992) em *T. minutum* Riley, que estudando a atividade de vôo deste parasitóide em condições de laboratório, notaram atraso no vôo de machos e fêmeas e diminuição de quase 50% na propensão ao vôo de fêmeas causados pela presença de hospedeiros. Até mesmo na movimentação de insetos fitófagos os hospedeiros, neste caso as plantas, parecem exercer influência significativa. DIXON & MERCER (1983), por exemplo, estudando a atividade de vôo do pulgão *Drepanosiphum platanoidis* (Schr.) (Hemiptera: Aphididae), observaram maior atividade de vôo dos insetos quando estes foram transferidos de folhas jovens para folhas maduras do que quando ocorreu o inverso.

Em sua revisão sobre *Trichogramma*, SMITH (1996) observou que muitos estudos apontam a conquista de melhores resultados no controle de pragas quando a liberação deste parasitóide é realizada alguns dias antes do aparecimento dos hospedeiros. Todavia, nosso estudo demonstra que, para *T. remus*, esta estratégia deve ser vista com cautela, uma vez que a maior movimentação de fêmeas em ambientes com ausência de hospedeiros, quando em comparação com aquele aonde existe oferta farta de posturas, pode levar as fêmeas liberadas em ambientes sem hospedeiros a se conduzirem para áreas não alvo, o que não é o objetivo da liberação. Neste caso, parece mais

interessante provocar sincronia entre o surgimento da praga e a liberação dos parasitóides. Todavia, para que isso ocorra é sobremaneira necessário que seja realizada amostragem da praga alvo.

O tamanho das plantas desempenha papel fundamental na dispersão de fêmeas de *T. remus* em cultivo de algodoeiro. As diferenças entre os números de pontos parasitados nas três orientações de vôo, consideradas não significativas pelo teste F (Figura 2), todavia, notáveis na análise de regressão (Figura 3) e nos mapas de superfície e de alto-relevo (Figuras 5 e 6), sugerem a necessidade de se utilizar ferramentas analíticas complementares à análise de variância, no estudo da dispersão de fêmeas deste inseto.

É possível que o número pequeno de graus de liberdade do resíduo, ocasionado pelo número também baixo de repetições adotado, tenha inviabilizado a detecção de diferenças significativas pelo teste *F*, atribuindo as discrepâncias constatadas ao acaso. Nosso estudo sugere, logo, que em visando a realização de análise de variância no estudo de dispersão de *T. remus*, um número maior de repetições seja adotado, a fim de se poder chegar a resultados mais confiáveis neste tipo de análise.

De qualquer forma, ignorando-se a orientação de vôo, parece evidente que o tamanho de plantas não provoca efeito perceptível sobre o número de pontos parasitados (Figuras 5 e 6). Todavia, a menor eficiência de parasitismo por postura aos 90 DAE talvez indique a necessidade de se incrementar a quantidade de insetos liberados em plantas com mais de 60 DAE.

Provavelmente devido à necessidade de um bom controle de vôo para localizar, rastrear caimônios e chegar até seu hospedeiro, as fêmeas de *T. remus* apresentaram-se sensíveis à direção eólica, mesmo a velocidade deste parâmetro estando classificada como *quase calmo* na Escala de Beaufort. Esta sensibilidade, mais marcante quando em plantas com 30 DAE, uma vez que neste caso o vôo passivo foi predominante, decresceu com o avanço do desenvolvimento das plantas, tornando-se praticamente nula em plantas com 90 DAE. A diminuição do número de ovos parasitados à medida que as plantas se desenvolveram (Figura 5) leva a crer que o gasto energético das fêmeas de *T.*

*remus* é diretamente proporcional ao tamanho das plantas e que a energia alocada na busca de hospedeiros tem efeito direto sobre a sua capacidade de ovipostura. Neste sentido, é possível que o parasitismo em plantas aos 30 DAE tenha sido consideravelmente superior não só pela altura das plantas, número de folhas e área foliar diminutos, mas, também, pelo fato dos insetos que ali parasitaram terem voado passivamente, ou seja, com gasto energético inferior aos que voaram nas demais orientações.

Em plantas com 90 DAE, a predominância de pontos parasitados em uma região aonde as fêmeas precisaram voar contra o sentido do vento pode indicar resposta positiva a caimônios emitidos pelos hospedeiros, que, para que possam ser rastreados pelos parasitóides, exigem-lhes um certo controle de vôo. Isto leva a crer que a habilidade de voar em fêmeas de *T. remus* é incrementada por plantas mais desenvolvidas. FIGUEIREDO (1998) não constatou resposta de fêmeas de *T. remus* a caimônios de ovos de *S. frugiperda* fixados em plantas de milho, em semi-campo. Todavia, a pesquisadora não considerou a direção eólica durante o ensaio, o que pode ter mascarado os resultados. Em testes de laboratório, utilizando olfatômetro de quatro braços, FARIA (2001) e CARNEIRO (2005) observaram resposta significativa de fêmeas de *T. remus* a caimônios de ovos de *S. frugiperda*.

A discrepância constatada na curva de densidade-distância relativa aos 60 DAE com relação ao verificado para os demais tamanhos de plantas, assim como a semelhança relativa entre os modelos de 30 e 90 DAE (Figura 3), levam a crer que tanto plantas muito pequenas como as muito desenvolvidas tendem a prejudicar a uniformidade do parasitismo. É possível que motivos diferentes guiem essa tendência. Por exemplo, aos 30 DAE, o número de folhas, área foliar e altura diminutos podem não ter sido eficientes no amortecimento do fluxo de ar o suficiente para permitir um maior controle de vôo dos insetos liberados e conseqüentemente uma maior uniformidade no parasitismo. Já aos 90 DAE, com plantas bem mais desenvolvidas, o fluxo pôde ser mitigado e provavelmente não afetou o controle de vôo, todavia, a ocorrência de uma área foliar quatro vezes maior pode ter dificultado a movimentação de *T. remus*, o que

levou a uma maior concentração de parasitismo nas proximidades do ponto de liberação. FOURNIER & BOIVIN (2000) afirmaram que a estrutura do dossel pode desempenhar papel importante na velocidade eólica assimilada pelos indivíduos em processo de dispersão, assim como na dispersão resultante. Já HENDRICKS (1967) sugeriu que o dossel de plantas age como um amortecedor das massas de ar em movimento e observou que indivíduos de *T. semifumatum* liberados até a altura do dossel se dispersaram mais regularmente do que aqueles liberados acima das plantas, que acabaram sendo arrastados pelo vento. Dados interessantes também foram obtidos por YU et al. (1984), que perceberam que no interior de macieiras, *T. minutum* estabeleceu uma distribuição uniforme, independentemente das condições eólicas, todavia, a movimentação entre árvores foi afetada pela direção do vento.

O efeito significativo do tamanho de plantas sobre a distribuição do parasitismo ao longo do raio de ação das fêmeas de *T. remus*, sobre a sua capacidade de parasitismo, e o modo peculiar como a orientação de vôo dos insetos ocorre em cada tamanho de plantas, sugerem que o tamanho das plantas seja levado em consideração na elaboração de metodologias de liberação desta espécie de parasitóide em cultivos de algodoeiro. Levando-se em conta que, em uma mesma espécie vegetal, neste caso o algodoeiro, constatou-se efeito do tamanho das plantas na dispersão e no parasitismo, há indícios de que estes resultados não devem se estender a plantas de outras espécies, e sugere a necessidade de se realizarem estudos de dispersão de *T. remus* específicos para a cultura na qual este inimigo natural será liberado.

## 5. CONCLUSÕES

A direção eólica, o tamanho das plantas e a disponibilidade de hospedeiros influenciam a movimentação de fêmeas *T. remus*, e, conseqüentemente, o seu padrão de dispersão. Logo, essas variáveis devem ser consideradas na elaboração de metodologias de liberação deste parasitóide.

## 6. REFERÊNCIAS

ABLES, J.R.; MCCOMMAS, D.W.J.; JONES S.L.; MORRISON, R.K. Effect of cotton plant size, host egg location, and location of parasite release on parasitism by *Trichogramma pretiosum*. **Southwestern Entomology**. v.5, p.261-264, 1980.

ANDERSON, R.C. & PASCHKE, J.D. Factors affecting the post release dispersal of *Anaphes flavipes* (Hymenoptera: Mymaridae), with notes on its post release development, efficiency and emergence. **Annals of the Entomological Society of America**. v.63, p.820-828, 1970.

BESERRA, E B. & PARRA, J. R. P. Impact of the number of *Spodoptera frugiperda* egg layers on parasitism by *Trichogramma atopovirilia*. **Scientia Agricola**, vol.62, n.2, p.190-193, 2005.

BOURCHIER, R.S. & SMITH, S.M. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et applicata**. v.80, p.461-468, 1996.

CARNEIRO, T.R. **Aspectos bioecológicos da interação *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2005. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**. v.21, p.21-26, 2000.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). In: BUENO, V.H.P. (Ed.) **Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade**. UFLA, Lavras, p.112-135, 2000.

DINGLE, H. Behavior, genes, and life histories: complex adaptations in uncertain environments. In: PRICE, W.; SLOBODCHIKOFF, C.N.; GAUD, W.S. **A new ecology: novel approaches to interactive systems**. Wiley, Nova Iorque, p.544, 1984.

DIXON, A.F.G. & MERCER, D.R. Flight behaviour in the sycamore aphid: factors affecting take-off. **Entomologia Experimentalis et applicata**. v.33, p.43-49, 1983.

FARIA, C.A. de. **Resposta de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a voláteis de plantas e ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2001. 50f. il. Dissertação (Mestrado Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

FIGUEIREDO, M. de L.C. **Potencial de controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae)**. 1998. 76f. Dissertação (Mestrado Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FIGUEIREDO, M. de L.C.; LUCIA, T.M.C.D.; CRUZ, I. Effect of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) density on control of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses upon release in maize field. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v.1, n.2, p.12-19, 2002.

FORSSE, E.; SMITH, S.M.; BOURCHIER, R.S. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*: effects of ambient temperature, mates, food,

and host eggs. **Entomologia Experimentalis et applicata**. v.62, p.147-154, 1992.

FOURNIER, F. & BOIVIN, G. Comparative dispersal of *Trichogramma evanescens* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in relation to environmental conditions. **Environmental Entomology**. v.29, p.55–63, 2000.

GERLING, D. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). **Bulletin of Entomological Research**. v.61, p.385-488, 1972.

GERLING, D. & SCHWARTZ, A. Host selection by *Telenomus remus*, a parasite of *Spodoptera littoralis* eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.17, p.391-396, 1974.

GREATTI, M. & ZANDIGIACOMO, P. Postrelease dispersal of *Trichogramma brassicae* Bezdenko in corn fields. **Journal of Applied Entomology**. v.119, p.671-675, 1995.

HENDRICKS, D.E. Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. **Journal of Economic Entomology**. v.60, p.1367-1371, 1967.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la edad del parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) sobre su capacidad de ovipostura y proporción sexual de la descendencia. **Boletín de Entomología Venezolana**. v.10, p.167-175, 1995.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la edad del hospedero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre el parasitismo y la proporción sexual de la descendencia (psd) de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Boletín de Entomología Venezolana**. v.11, p.27-32, 1996a.

HERNÁNDEZ, D. & DÍAZ, F. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletín de Entomología Venezolana**. v.11, p.149-153, 1996b.

HINDS, W.E. & OSTERBERGER, B.A. Results of *Trichogramma* colonization on sugar-cane borer damage in Louisiana in 1931. **Journal of Economic Entomology**. v.25, p.57-64, 1932.

HOLLAND, R.A.; WIKELSKI, M.; WILCOVE, D. How and why do insects migrate? **Science**. v.313, p.794-796, 2006.

HUNT, T.E.; HIGLEY, L.G.; WITKOWSKI, J.F.; YOUNG, L.J.; HELLMICH, R.L. Dispersal of adult European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) within and proximal to irrigated and non-irrigated corn. **Journal of Economic Entomology**. v.94, p.1369-1377, 2001.

ISARD, S.A.; KRISTOVICH, D.A.R.; GAGE, S.H.; JONES, C.J.; LAIRD, N.F. Atmospheric motion systems that influence the redistribution and accumulation of insects on the beaches of the Great Lakes in North America. **Aerobiologia**. v.17, p.275-291, 2001.

JOSHI, B.G.; SITARAMAIAH, S.; RAMAPRASAD, G. Field observations on impact of egg parasite *Telenomus remus* (Hym.: Scelionidae) on tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Lep.: Noctuidae) in tobacco nurseries in Andhra Pradesh, India. **Biocontrol**. v.27, p.331-334, 1982.

JUILLET J.A. Influence of weather on flight activity of parasitic Hymenoptera. **Canadian Journal of Zoology**. v.42, p.1133-1141, 1964.

LIDICKER Jr., W.Z. & STENSETH, N.C. To disperse or not to disperse: who does it and why? In: STENSETH, N.C. & LIDICKER Jr., W.Z. (Eds.) **Animal dispersal: small mammals as a model**. Londres, Chapman & Hall, p.21–36, 1992.

MCDOUGALL, S.J. & MILLS, N.J. Dispersal of *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hym., Trichogrammatidae) from point-source releases in an apple orchard in California. **Journal of Applied Entomology**. v.121, 205-209, 1997.

NEED, J.T. & BURBUTIS, P.P. Searching efficiency of *Trichogramma nubilae*. **Environmental Entomology**. v.8, p.224–227, 1979.

OLIVEIRA, R.C. de. **Características biológicas, capacidade de parasitismo e tabela de vida de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae), parasitóide de ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2005. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

PEDRASI, T.C. & PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1986. p.227.

PICHO, H.G. de. Biología de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Peruana de Entomología**. v.30, p.29-32, 1987.

SHWARTZ, A. & GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**. v.19, p.482-492, 1974.

PITRE, H.N.; MULROONEY, J.E.; HOGG, D.B. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: crop preferences and egg distribution on plants. **Journal of Economic Entomology**. v.76, p.463–466, 1983.

SANKARAN, T. Natural enemies introduced in recent years for biological control of agricultural pests in India. **Indian Journal of Agricultural Science**. v.44, p.425-433, 1974.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N.A.V. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ceres, 419p., 1976.

SHWARTZ, A. & GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**. v.19, p.482-492, 1974.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**. v.41, p.375–406, 1996.

STENSETH, N.C. & LIDICKER Jr., W.Z. The study of dispersal: a conceptual guide In: STENSETH, N.C. & LIDICKER Jr., W.Z. (Eds.) **Animal dispersal: small mammals as a model**. Londres, Chapman & Hall, p.5-8, 1992.

TAYLOR, L.R. Analysis of the effect of temperature on insects in flight. **The Journal of Animal Ecology**. v.32, p.99-117, 1963.

VANWOERKOM, G.J.; TURPIN, F.T.; BARRETT, J.R. Jr. Wind effect on western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) flight behavior. **Environmental Entomology**. v.12, p.196-200, 1983.

VINSON, S.B. The general host selection behavior of parasitoid Hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. **Biological Control**. v.11, p.79–96, 1998.

WALTERS, K.F.A. & DIXON, A.F.G. The effect of temperature and wind on the flight activity of cereal aphids. **Annals of Applied Biology**. v.104, p.17-26, 1984.

WADDILL, H. van & WHITCOMB, W.H. Release of *Telenomus remus* (Hym. Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Florida, U.S.A. **Biocontrol**. v.27, p.159-162, 1982.

WANG, B.; FERRO, D.N.; HOSMER, D.W. Importance of plant size, distribution of egg masses, and weather conditions on egg parasitism of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* by *Trichogramma ostriniae* in sweet corn. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.83, p.337-345, 1997.

WOJCIK, B.; WHITCOMB, W.H.; HABECK, D.H. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Florida Entomologist**. v.59, p.195-198, 1976.

YU, D.S.K.; LAING, J.E.; HAGLEY, A.C. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in an apple orchard after inundative releases. **Environmental Entomology**. v.13, p.371-374, 1984.

Capítulo 5  
**IMPLICAÇÕES**

## CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES

O nosso trabalho permitiu um avanço considerável na solução de questões relacionadas à liberação de *Telenomus remus* Nixon em condições de campo. O conhecimento gerado permitiu a identificação da contribuição das variáveis analisadas no processo dispersivo desta espécie de parasitóide; viabilizou o cálculo do número ideal de pontos de liberação por unidade de área; e guiou a elaboração de esquemas de distribuição dos pontos de liberação, na cultura estudada. Estes conhecimentos são essenciais para a elaboração de estratégias de liberação inteligentes.

Agora nós sabemos que a temperatura, o vento, o tamanho das plantas e a disponibilidade de hospedeiros desempenham papel fundamental na dispersão de *T. remus* e é imperioso que estas variáveis sejam consideradas na elaboração de estratégias de liberação deste parasitóide em condições de campo.

Com os resultados obtidos foi possível concluir também que a elaboração de esquemas envolvendo o número e a distribuição de pontos de liberação por unidade de área depende das condições eólicas da área em questão. As quantidades de pontos de liberação estabelecidas chegam a ser até quatro vezes menor às indicadas para o parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, por exemplo, nas culturas do milho e da soja, para controle de *Helicoverpa zea* Boddie e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, respectivamente. A quantidade de pontos de liberação por unidade de área possui papel fundamental na adoção ou não do programa de liberação de um agente de controle biológico por parte dos produtores, uma vez que os custos de liberação estão diretamente relacionados a este número.

Outro aspecto importante e que vai ajudar a selecionar as regiões agrícolas e os períodos do ano em que *T. remus* possui maior potencial de controle de pragas é o conhecimento do efeito da temperatura sobre sua atividade de vôo. Além disso, a liberação do parasitóide antes do aparecimento

dos hospedeiros pode favorecer a sua movimentação para áreas não-alvo e deve ser evitada.

O estudo da dispersão temporal mostrou-se fundamental para a verificação do potencial de deslocamento horizontal do parasitóide e foi imprescindível para a realização de cálculo seguro do número de pontos de liberação por unidade de área. A constatação de variação no deslocamento médio em função do tempo pós-liberação indica o quanto interpretações baseadas em dados de monitoramento relativos a um único momento pós-liberação pode conduzir a conclusões equivocadas, pela subestimação da capacidade de dispersão.

Finalizando, a capacidade de dispersão relativamente alta constatada em nosso trabalho veio contribuir ainda mais com a crença de que *T. remus* é um parasitóide de elevado potencial para controle de espécies de *Spodoptera* em agroecossistemas, como já vem sendo observado em países da Ásia e América Latina. É imperioso lembrar que nós observamos efeito significativo do tamanho das plantas sobre a dispersão deste parasitóide. Ora, se essa dispersão se processa de formas diferentes em estádios de desenvolvimento distintos de uma mesma cultura, o que pensar de seu processamento em culturas diversas à do algodoeiro? Logo, os resultados apresentados nesta pesquisa restringem-se unicamente a esta malvácea, e não devem ser estendidos a outras espécies de plantas. Desde já, então, destaca-se a importância de se realizarem estudos como este envolvendo *T. remus* e outras culturas hospedeiras de *Spodoptera* spp., para que o potencial deste inimigo natural possa ser explorado ao máximo, aonde quer que ele seja liberado.