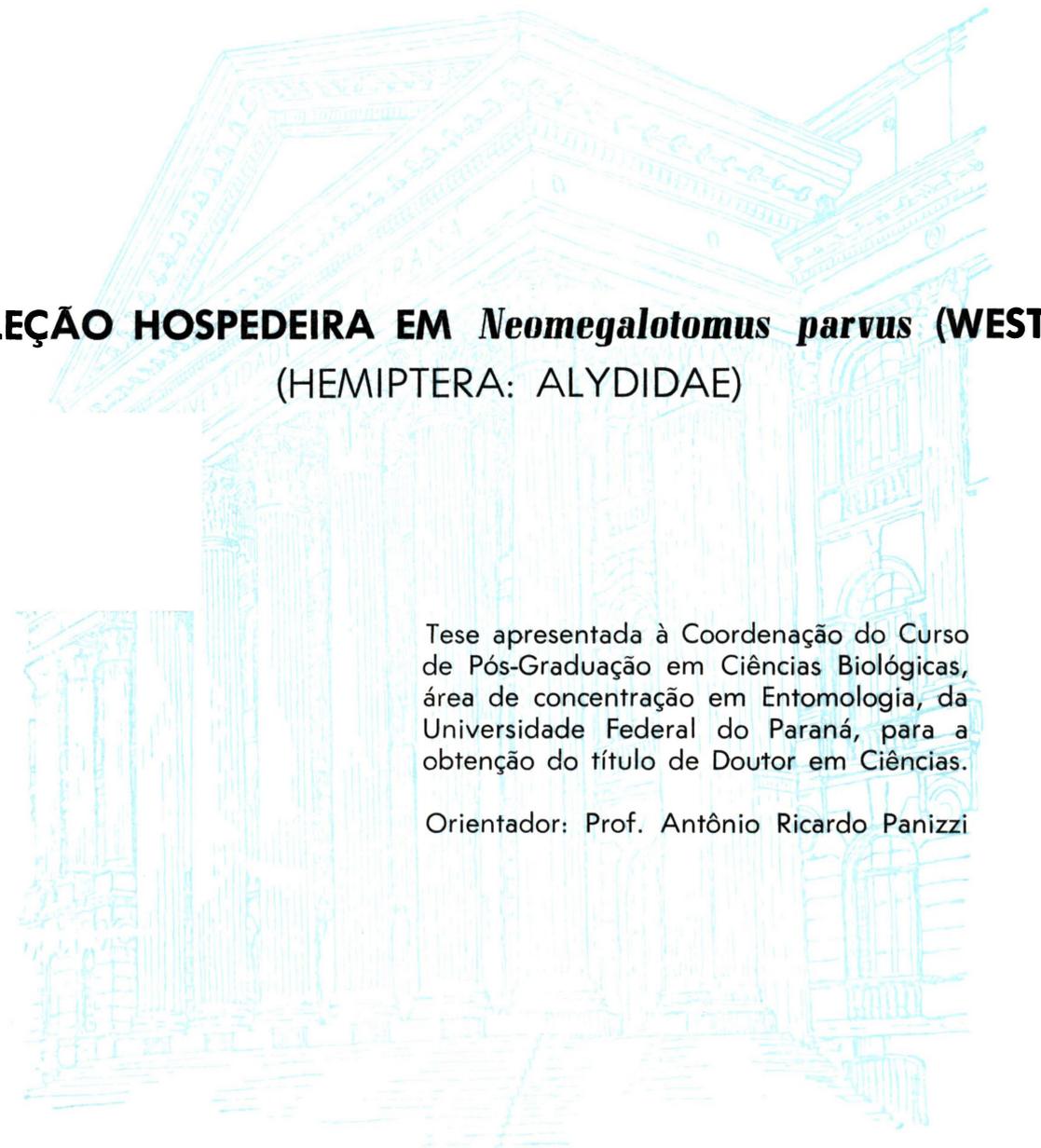


MAURÍCIO URSI VENTURA



SELEÇÃO HOSPEDEIRA EM *Neomegalotomus parvus* (WEST.)
(HEMIPTERA: ALYDIDAE)

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Antônio Ricardo Panizzi

CURITIBA
1999

MAURÍCIO URSI VENTURA

SELEÇÃO HOSPEDEIRA EM *Neomegalotomus parvus* (WEST.)
(HEMIPTERA: ALYDIDAE)

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Antônio Ricardo Panizzi

CURITIBA
1999

MAURÍCIO URSI VENTURA

**SELEÇÃO HOSPEDEIRA EM *Neomegalotomus parvus* (WEST.)
(HEMIPTERA: ALYDIDAE)**

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela banca examinadora:



Antônio Ricardo Panizzi



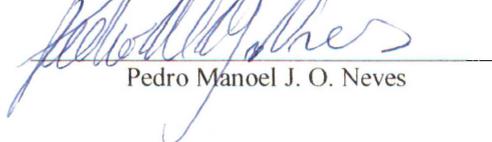
Sonia M. Noemberg Lazzari



Cibele Stramare Ribeiro-Costa



Lúcia Massuti de Almeida



Pedro Manoel J. O. Neves

À minha esposa, Walkíria,
Aos meus pais, irmãos e sobrinhos.

DEDICO

Em homenagem à amiga Rosita e ao amigo Maurício.
(*in memorium*)

“Qualquer dia amigo eu volto, a te encontrar...”
(Milton Nascimento / Fernando Brant)

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Antônio Ricardo Panizzi, pela orientação, incentivo, amizade e bom exemplo.
- Ao Curso de Pós-Graduação em Entomologia do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná e todos os seus professores e funcionários, especialmente seus coordenadores Dr. Cláudio José Barros de Carvalho e Dra. Sônia M. Noemberg Lazzari, pelo esforço na manutenção e melhoria da qualidade do curso e pela paciência.
- Ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina pela liberação para realização do curso.
- Aos colegas Amarildo Pasini e Pedro M. O. J. Neves pela substituição na Universidade e pelo auxílio do Prof. Pedro na realização dos trabalhos de microscopia eletrônica.
- À CAPES pela concessão de bolsa de estudos.
- Ao Centro Nacional de Pesquisa da Soja (Embrapa-Soja), pelo fornecimento da estrutura para realização do trabalho.
- Aos funcionários da Embrapa-Soja, Jovenil José da Silva, Tercília Maria Zamboni Gelinskas e Danilo Estevão pelo extremo zelo profissional e, pela amizade e, aos funcionários do setor de campo, casa-de-vegetação e biblioteca.
- A Dra. Ângela Faleiros (Departamento de Histologia – UEL) e aos funcionários Mário e Renata pelo auxílio na realização das preparações em microscopia ótica.
- Ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica aplicada à Pesquisa Agropecuária (NAP/MEPA) (ESALQ/USP) pela utilização de equipamentos.
- Ao setor de Microscopia Eletrônica da UFPR pelas preparações e utilização dos equipamentos.
- À Dra. Inês Cristina Batista Fonseca pelo auxílio na realização da análise estatística.
- Ao Dr. Hideharu Numata (Kyoto University) pelo material (tintas) para realização de bioensaios.

- Aos amigos Andréa, Ana Paula, Shirlei, Émerson, Cláudia e Viviane pela amizade e espírito de cooperação.
- Aos meus tios, Benedito, Inês, Ercídio e Divina, e primos, Suzy, Suely e Eduardo, pelo incentivo, amizade e hospedagem.
- A todos os amigos do curso de Pós-Graduação, especialmente à Andréa, Lenice, Marcelo, Dalton, Alfredo, Pacheco e Honório.
- Ao meu orientador do mestrado, Dr. José Djair Vendramim, e ao de iniciação científica, Dr. Marcos Paula Souza, pelo exemplo e amizade constantes.
- Ao Dr. Carl W. Schaefer (Universidade de Connecticut, EUA) pela constante disposição para discussão e amizade.

RESUMO

Estudou-se a seleção hospedeira em *Neomegalotomus parvus* (West.) (Hemiptera: Alydidae). *N. parvus* ocorreu sobre as plantas hospedeiras leguminosas praticamente o ano todo. Os insetos localizaram-se principalmente em vagens maduras, seguindo uma distribuição contagiante (binomial negativa). Os ovos foram depositados principalmente em guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., seguido pela soja, *Glycine max* (L.) Mer., e lab-lab, *Dolichos lablab* L. (nas vagens secas em guandu, mas também em vagens verdes em guandu, soja e lab-lab). Não foram verificados ovos em feijão, *Phaseolus vulgaris* L. e arroz, *Oryza sativa* L. Em laboratório, ninfas isoladas em testes com chance de escolha, visitaram primeiro sementes de guandu, lab-lab e soja do que sementes de feijão. As percentagens de tateamento/antenação resultantes em prova e percentagens de provas resultantes em alimentação foram maiores em sementes de feijão (97 e 75%, respectivamente) e guandu (87 e 70%) do que em lablab (55 e 40%), soja (50 e 20%) ou arroz (5 e 0%). Não foram encontradas diferenças significativas no número de flanges (bainhas alimentares) depositadas em sementes de guandu, feijão e lab-lab (ca. 30); < 5 flanges foram depositadas em soja e nenhuma em sementes de arroz. No início, os insetos se localizaram, preferencialmente, em sementes de guandu e depois se dispersaram para outros alimentos, principalmente lab-lab. Em testes com 10 ninfas/placa de Petri, o número de flanges em guandu (41) foi maior do que em feijão, lab-lab e soja (<11%) ou arroz (0%). Após dois, quatro e cinco dias, ninfas localizaram-se preferencialmente em sementes de guandu do que nos outros alimentos testados. A preferência alimentar foi influenciada pelo fornecimento de água. Em testes sem chance de escolha, a duração média das sessões alimentares e a maior sessão foram maiores em lab-lab do que guandu, soja ou arroz. Testes com adultos, indicaram que vagens de guandu foram localizadas mais rapidamente, seguidas pelo feijão, soja e arroz; o tateamento/antenação foi mais rápido em guandu do que em soja, e o tempo de prova foi mais longo em soja do que guandu e feijão. Foram observados 12

sensilos na extremidade do lábio, que tiveram penetração de nitrato de prata na extremidade distal, indicando permeabilidade da cutícula, com possível função gustativa. Bloqueamento de olhos, antenas, abdômen ou tarsos e de todas estas estruturas, simultaneamente, não afetaram a escolha de fendas em vagens de guandu para deposição dos ovos. Os ovos foram depositados principalmente no período vespertino; fêmeas apresentaram comportamento de exploração da superfície do alimento nas vagens e esfregaram ovipositor, desencadeando a oviposição. Mecanorreceptores foram observados no ovipositor. Sensilos com características de mecanorreceptores foram constatados nos quatro segmentos das antenas. No quarto segmento, a densidade de sensilos foi maior, incluindo também sensilos com características de olfativos. Sem movimentação do ar, os percevejos com antenas intactas localizaram o alimento mais freqüentemente e rapidamente do que aqueles com antenas bloqueadas ou amputadas. Os percevejos discriminaram sementes intactas de sementes vedadas com “parafilm”, mas quando o último segmento da antena foi bloqueado não houve discriminação. Com movimentação do ar, os insetos foram atraídos pelo cheiro de vagens secas e verdes de guandu e extratos hexânicos de vagens secas, mas não responderam a panículas de arroz e ao feromônio extraído machos. Os insetos submetidos à vedação dos olhos localizaram menos o alimento (48%) do que aqueles do tratamento testemunha (75%). Os adultos com os olhos vedados que localizaram o alimento, o fizeram em maior tempo (130,5 min.) do que os insetos testemunha (96,7 min.). A distância total percorrida não foi afetada pela vedação dos olhos dos insetos. Machos foram atraídos diferentemente por armadilhas em resposta a cores, principalmente ao verde e amarelo. Estes foram também atraídos a armadilhas com outros machos, indicando a produção de feromônio de agregação.

ABSTRACT

Host selection in *Neomegalotomus parvus* (West.) (Hemiptera: Alydidae) was studied. *N. parvus* occurred on host plants most of the year. Insects preferred mainly mature pods. It was observed contagious distribution (negative binomial). Eggs were laid mainly on pigeon pea, *Cajanus cajan* (L.) Millsp.; followed by soybean, *Glycine max* (L.) Mer., and lablab *Dolichus lablab* L. (on mature pods of pigeon pea and also on green pods of pigeon pea, soybean and lablab). No eggs were found on common bean, *Phaseolus vulgaris* L., and rice, *Oryza sativa* L. In the laboratory, isolated nymphs in multiple choice tests, visited firstly common bean seeds, lab-lab and soybean than common bean. Percent dabbling/antennation resulting in probing was greater on common bean (97 and 75%, respectively) and pigeon pea (87 and 70%) than on lablab (55 and 40%), soybean (50 and 20%) or rice (5 and 0%). No significant differences were found in the number of stylet sheaths (flanges) on pigeon pea, common bean and lablab (ca. 30); < 5 flanges were deposited on soybean and none on rice. Insects were found mainly on pigeon pea seeds and afterwards dispersed to other hosts, mainly lablab. With 10 nymphs/petri dish, higher number of flanges was deposited on seeds of pigeon pea (41) than on common bean, lablab, soyben (<11) or rice (0). After two, four and five days, nymphs were found preferentially on pigeon pea seeds. In no choice tests, the average duration of a feeding session and the longest feeding session were greater on lablab than on pigeon pea, soybean or rice seeds. The number of feeding sessions was greater on seeds of common bean, pigeon pea and soybean compared to lablab and rice. Pigeon pea pods were located faster, followed by common bean, soybean and rice. Dabbling/antennation time was shorter on pigeon pea than on soybean, and probing time was longer on soybean than on pigeon pea or common bean. Adults showed similar feeding time on pigeon pea, common bean and soybean pods, and did not feed on rice panicles. Electronic microscopic analysis indicated two apical lobes with 12 peg sensilla on the labium tip. Sensilla tips were stained with silver

nitrate solution indicating permeability of the cuticle and, therefore, their relationship with taste. Blocking of antennae, tarsi, eyes or abdomen and all structures simultaneously did not affect the choice to lay eggs on pigeon pea pod crevices. Oviposition occurred mainly in the afternoon period; females explored the surface of the pod and swept the ovipositor before ovipositing. Mechanoreceptors were observed on the ovipositor. In the four antennae segments, sensilla with mechanoreceptors characteristics were found; on the fourth, sensilla density was greater due to other sensilla with olfactory characteristics. With no air movement, intact antennae bugs located food more frequently and quickly than those with ablated or blocked antennae. The bugs discriminated intact seeds from seeds wrapped with parafilm, but when the last segment was blocked there was no discrimination. In wind assays, insects were attracted by green and mature pods odors and hexanic extracts of mature pods, but did not respond to rice panicles and males extracted pheromones. Blinded insects found the food less times (48%) than unblinded insects (75%). Blinded insects that located the food, showed longer searching time (130.5 min) than unblinded ones (96.7 min.). Total ranged distance was not altered by eyes blocking. Males were attracted differently to traps in response to colors, mainly green and yellow. They were also attracted to traps with other males, indicating the production of aggregation pheromone.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xvi
LISTA DE FIGURAS.....	xix

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. Aspectos Gerais.....	1
1.2. Justificativa e Objetivos.....	4

CAPÍTULO 2

2. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, COMPORTAMENTO GREGÁRIO E PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO EM <i>NEOMEGALOTOMUS</i> <i>PARVUS</i> (WEST.) (HEMIPTERA: ALYDIDAE).....	6
2.1. Introdução.....	6
2.2. Material e Métodos.....	7
2.2.1. Levantamento de Plantas Hospedeiras.....	7
2.2.2. Comportamento de Agregação.....	7
2.2.3. Preferência para Oviposição.....	8
2.3. Resultados e Discussão.....	9

2.3.1. Flutuação Populacional.....	9
2.3.2. Estruturas Vegetais.....	12
2.3.3. Comportamento de Agregação.....	14
2.3.4. Preferência para Oviposição.....	15

CAPÍTULO 3

3. COMPORTAMENTO E PREFERÊNCIA ALIMENTAR EM <i>NEOMEGALOTOMUS PARVUS</i> (WEST.) (HEMIPTERA: ALYDIDAE).....	18
3.1. Introdução.....	18
3.2. Material e Métodos.....	19
3.2.1. Insetos.....	19
3.2.2. Preferência Alimentar e Estudos Comportamentais.....	20
3.2.2.1. Chance de Escolha do Alimento.....	20
3.2.2.2. Sem Chance de Escolha do Alimento.....	21
3.2.3. Morfologia dos Sensilos do Ápice do Lábio.....	22
3.2.4. Delineamento Experimental e Análise Estatística.....	22
3.3. Resultados e Discussão.....	23
3.3.1. Chance de Escolha do Alimento.....	23
3.3.2. Sem Chance de Escolha do Alimento.....	32
3.3.3. Morfologia de Sensilos do Ápice do Lábio.....	37

CAPÍTULO 4

4. COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE <i>NEOMEGALOTOMUS PARVUS</i> (WEST.) (HETEROPTERA: ALYDIDAE):	RITMO	DIÁRIO	E	ESCOLHA	DO	
SÍTIO.....						39
4.1. Introdução.....						39
4.2. Material e Métodos.....						40
4.2.1. Influência dos Órgãos Sensoriais na Postura.....						40
4.2.2. Ritmo de Oviposição.....						41
4.2.3. Observação do Comportamento de Oviposição.....						41
4.2.4. Sensilos do Ovipositor.....						41
4.2.5. Delineamento Experimental e Análise Estatística.....						42
4.3. Resultados e discussão.....						42
4.3.1. Influência dos Órgãos Sensoriais na Postura.....						42
4.3.2. Ritmo de Oviposição.....						44
4.3.3. Observação do Comportamento de Oviposição.....						44
4.3.4. Sensilos do Ovipositor.....						50

CAPÍTULO 5

5. EVIDÊNCIAS MORFOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS DO SENSO OLFATIVO NA SELEÇÃO DA PLANTA HOSPEDEIRA EM <i>NEOMEGALOTOMUS PARVUS</i> (WEST.).....	52
5.1. Introdução.....	52
5.2. Material e Métodos.....	53
5.2.1. Insetos.....	53
5.2.2. Morfologia dos Sensilos das Antenas.....	53
5.2.3. Respostas Olfativas.....	53

5.2.4. Análise Estatística.....	57
5.3. Resultados e Discussão.....	57
5.3.1. Morfologia dos Sensilos das Antenas.....	57
5.3.2. Respostas Olfativas.....	61

CAPÍTULO 6

6. RESPOSTAS DE <i>NEOMEGALOTOMUS PARVUS</i> (WEST.) (HETEROPTERA: ALYDIDAE) A ESTÍMULOS VISUAIS E EVIDÊNCIA DE FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO.....	68
6.1. Introdução.....	68
6.2. Material e Métodos.....	69
6.2.1. Discriminação Visual do Alimento.....	69
6.2.2. Atração para Armadilhas Coloridas.....	69
6.2.3. Interação Cores X Gaiolas Contendo Machos.....	71
6.2.4. Análise Estatística.....	71
6.3. Resultados e discussão.....	73

CAPÍTULO 7

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
8. LITERATURA CITADA.....	94

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Tipos de sensilos localizados externamente com comparação de terminologia.....3

Capítulo 2

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de primeiras visitas de ninfas de segundo ínstar de *Neomegalotomus parvus* em alimentos com livre chance de escolha em placas de Petri, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E) (n = 20).....24

Tabela 2. Número médio (\pm EP) de sessões alimentares de ninfas de segundo ínstar de *Neomegalotomus parvus* em diferentes sementes em testes sem chance de escolha em placas de Petri, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E) (n = 4).....34

Tabela 3. Parâmetros comportamentais relacionados à alimentação, avaliados em adultos de *Neomegalotomus parvus*, em testes sem chance de escolha do alimento, em gerbox, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E) (n = 4).....35

Capítulo 5

Tabela 1. Percentual de adultos de *Neomegalotomus parvus*, com antenas submetidas a diferentes tratamentos, que localizaram vagens de guandu, tempo para localização (min.) e distância total percorrida (cm), em gerbox, em laboratório (n = 100).....69

Tabela 2. Preferência de machos e fêmeas de *Neomegalotomus parvus* por sementes de guandu vedadas, ou não com “parafilm”, tendo o último segmento de cada antena bloqueado ou não, em gerbox, em laboratório (n = 100).....70

Capítulo 6

Tabela 1. Características das cores utilizadas para testar a atração de *Neomegalotomus parvus* em bandejas a campo.....77

Tabela 2. Percentagem de adultos de *Neomegalotomus parvus* que localizaram o alimento, tempo para localização e distância total percorrida em insetos com olhos vedados (tinta preta) ou normais, em gerbox, em laboratório.....80

Tabela 3. Preferência de machos e fêmeas de *Neomegalotomus parvus* por vagens de guandu ou panículas de arroz, em testes com livre chance de escolha do alimento, com antenas normais ou bloqueadas (por goma laca), em gerbox, em laboratório.....81

Tabela 4. Número médio (\pm EP) de machos de *Neomegalotomus parvus* capturados em armadilhas coloridas após 24 h (agosto de 1998) (n = 14).....84

Tabela 5. Análise de variância das capturas de machos de *Neomegalotomus parvus* em armadilhas coloridas com ou sem machos nas gaiolas. Londrina, setembro de 1999 (n = 6).....85

Tabela 6. Número médio (\pm EP) de machos de *Neomegalotomus parvus* capturados em armadilhas coloridas após 24 h (agosto de 1998) (n = 6).....86

Tabela 7. Número médio (\pm EP) de machos de *Neomegalotomus parvus* capturados em armadilhas com machos ou não, após 24 h (agosto de 1998) (n = 42).....88

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

- Figura 1. Flutuação populacional de *Neomegalotomus parvus* em plantas hospedeiras. Londrina, PR. Dezembro/1996 a novembro de 1997.....9
- Figura 2. Número de *Neomegalotomus parvus* em estruturas vegetais, em levantamentos de campo. Londrina, PR.....13
- Figura 3. Número médio de ovos (\pm E.P.) depositados por *Neomegalotomus parvus* em plantas (a) e estruturas vegetais (b) em gaiolas no campo. Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($N = 5$).....16

Capítulo 3

- Figura 1. Percentagem média (\pm E.P.) de ninfas de *Neomegalotomus parvus* que apresentaram determinados comportamentos relacionados à alimentação, com livre escolha do alimento em placas de Petri em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($n = 20$).....25
- Figura 2. Número médio (\pm EP) de flanges (parte externa da bainha alimentar) produzidas por ninfas de segundo ínstar de *Neomegalotomus parvus* em alimentos (sementes) em testes com livre chance de

escolha do alimento em placas de Petri, em laboratório. A = 10 ninfas/placa (n = 5); B = 1 ninfa/placa (n = 20) ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.....27

Figura 3. Número (%) médio (\pm EP) de ninfas de *Neomegalotomus parvus* em diferentes alimentos (sementes) em laboratório de 1 a 5 dias após o início em placas de Petri, em laboratório. A = 10 ninfas/placa (n = 5); B = 1 ninfa/placa (n = 20). ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.....29

Figura 4. Número (%) médio (\pm EP) de ninfas de ninfas de *Neomegalotomus parvus* localizadas em vagens secas ou verdes de guandu em testes com livre chance de escolha do alimento, com ou sem água disponível em períodos diferentes, em placas de Petri, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias (em cada tempo) seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste t (n = 4).....31

Figura 5. Duração média (\pm EP) e da maior de sessão alimentar de ninfas de *Neomegalotomus parvus* em sementes de diferentes alimentos em experimentos sem chance de escolha, em placas de Petri, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan (n = 4).....33

Figura 6. Sensilos do ápice do lábio de ninfas de *Neomegalotomus parvus*. Fotografia obtida utilizando-se microscópio eletrônico de varredura (barra = 10 μ m).....38

Figura 7. Sensilos do ápice do lábio de adultos de *Neomegalotomus parvus* após coloração. Áreas escuras nas extremidades dos sensilos correspondem a nitrato de prata (1000X).....39

Capítulo 4

Figura 1. Percentagem média (\pm EP) de ovos colocados em fendas de vagens de guandu, *Cajanus cajan*, por *Neomegalotomus parvus* que tiveram órgãos relacionados à seleção hospedeira bloqueados pôr aplicação de goma laca ou tinta preta ($27 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 12:12 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($n = 5$). Ol = olhos; An = antenas; Ab = abdome; Ta = tarsos; Te = testemunha.....44

Figura 2. Número médio (\pm EP) de ovos depositados por *Neomegalotomus parvus* em diferentes períodos em vagens de guandu ($27 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 12:12 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($N = 5$).....46

Figura 3. Descrição da seqüência de comportamentos executados por fêmeas de *Neomegalotomus parvus* para oviposição. (*) Comportamentos agrupados como outros no etograma pictorial ($n = 30$)..47

Figura 4. Comportamentos relacionados à escolha do sítio de oviposição por *N. parvus*. A. Pausa; B. Movimentação das antenas; C. Antenação - vagem é tocada com as extremidades do rostro; D. Tateamento - vagem é tocada com as extremidades do rostro e da antena; E. Ovipositor é esfregado de trás para frentes; F. Ovos são colados nas frestas da vages ($n = 30$).....48

Figura 5. Ovipositor evertido (pinça fazendo pressão sobre o abdome) de *Neomegalotomus parvus*, vendo-se sensilos na extremidade distal (69 X).....50

Figura 6. Sensilos mecanorreceptores localizados no ovipositor de *Neomegalotomus parvus* através dos quais é possível a identificação de fendas como sítios de oviposição.....51

Capítulo 5

Figura 1. Olfatômetro utilizado na discriminação olfativa de *Neomegalotomus parvus*.....57

Figura 2. Sensilos em soquete flexível, no terceiro antenômero de *Neomegalotomus parvus* (Barra = 20 μm).....60

Figura 3. Estrutura semelhante a orifício na extremidade de sensilo localizado nos três primeiros antenômeros de *Neomegalotomus parvus* (Barra = 2 μm).....61

Figura 4. Segmento apical da antenas de *Neomegalotomus parvus* (Barra = 20 μm).....63

Figura 5. Sensilos em forma de cavilha com sulcos localizados no segmento terminal da antena de *Neomegalotomus parvus* (Barra = 2 μm).....64

Figura 6. Sensilo em forma de cerda com orifícios na base, no segmentos terminal da antena de *Neomegalotomus parvus* (Barra = 20 μm).....65

Figura 7. Sensilo com múltiplos orifícios no segmento terminal da antena de *Neomegalotomus parvus* (Barra = 500 nm).....66

Figura 8. Atração (resposta positiva) de vagens verdes, vagens secas, extratos exânicos de vagens secas de guandu, panículas de arroz (machos e fêmeas agrupados) e ferômonio (machos e fêmeas separadamente) para adultos de *Neomegalotomus parvus*, em laboratório. Médias (\pm EP) com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste t ($n = 4$).....71

Figura 9. Repulsão (resposta negativa) de vagens verdes, vagens secas e extratos exânicos de vagens secas de guandu; panículas de arroz (machos e fêmeas agrupados) e ferômonio (machos e fêmeas separadamente) para adultos de *Neomegalotomus parvus*, em laboratório. Médias (\pm EP) com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste t ($N = 4$).....72

Capítulo 6

Figura 1. Esquema da armadilha utilizada para captura de *Neomegalotomus parvus*.....74

Figura 2. Absorbância de luz de cores impressas em transparência de retroprojeto utilizadas em armadilhas para captura de *Neomegalotomus parvus*.....82

Figura 3. Capturas de adultos de *Neomegalotomus parvus* em armadilhas com cores diferentes, com ou sem machos nas gaiolas. Londrina, agosto de 1998 ($N = 6$).....89

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Aspectos gerais

Seleção hospedeira é o processo pelo qual um inseto detecta uma planta fornecedora de recursos num ambiente com diversidade de espécies vegetais. Neste processo, o comportamento de procura é uma fase ativa, na qual, os insetos fitófagos devem reconhecer e selecionar substratos adequados para alimentação, acasalamento, oviposição, ninhos e refúgios (Panda & Klush 1995).

A seleção hospedeira inicia-se com a orientação do inseto para a planta, de uma distância e, termina com o estabelecimento do inseto com o propósito de alimentação, oviposição ou abrigo (Vaishampayan *et al.* 1975). Estas interações, pelas quais o inseto se estabelece em uma determinada planta hospedeira, podem ser resumidas nas seguintes etapas: orientação, determinando a chegada do inseto na planta; alimentação; utilização do alimento e, conseqüentemente, sua nutrição; crescimento; produção de ovos e oviposição (Saxena & Goyal 1978).

Os estudos em relação à seleção hospedeira são relativamente menos abundantes do que aqueles envolvendo outros aspectos das relações inseto-planta (Thorsteinson 1960, Backus 1988, Bernays & Chapman 1994). De acordo com Thorsteinson (1960), uma das razões para explicar este fato está nas dificuldades em se estabelecer técnicas experimentais adequadas. Para Bernays & Chapman (1994), o conhecimento de aspectos relacionados ao comportamento, no que se refere às plantas hospedeiras, ainda são insuficientes para responder muitas questões aplicadas emergentes. Da mesma forma, a ampliação do entendimento nesta área seria importante para se compreender melhor o processo natural de evolução. Particularmente em percevejos, estas afirmações encontram ressonância (Backus 1988).

Na natureza, características do inseto e da planta hospedeira interagem com outros fatores bióticas e abióticas do ambiente no processo de seleção. Características da planta que são pistas para

seu encontro pelos insetos determinam a atração primária. Por outro lado, atributos do insetos que atraem seus coespecíficos para a planta hospedeira, tais como feromônio de agregação ou padrão visual da espécie, são componentes da atração secundária (Scholz *et al.* 1997). Além da seleção primária e da secundária, a localização da planta hospedeira pode ocorrer ao acaso, pela busca não direcionada por estímulos específicos. Neste caso, a eficiência do processo está na dependência da amplitude dos padrões de movimentação das espécies (Morris & Kareiva 1991).

Além de estudos comportamentais, os estudos morfológicos também podem ser utilizados para relacionar a configuração de determinada estrutura com sua provável função no inseto. Com este propósito, pode-se estudar a morfologia de sensilos em estruturas relacionadas à seleção hospedeira, discutindo-se suas eventuais implicações. A morfologia funcional dos sensilos pode ser classificada de acordo com as características descritas na Tabela 1. Recentemente, os autores têm utilizados uma nova nomenclatura associando a forma e a função em oposição à terminologia antiga com ênfase apenas à morfologia (Frazier 1985) (Tabela 1).

Tabela 1. Tipos de sensilos de insetos, localizados externamente e classificados em função da presença de poros, propriedades morfológicas, senso e comparação de terminologias¹.

Poros	Propriedades morfológica	Senso	Terminologia antiga	Terminologia nova
Poros ausentes	Soquete flexível (sfl), uma célula	Mecanorecepção	<i>Campaniformia</i>	Abóbada em sfl
	sensorial: dendrito com corpo tubular		<i>Chaetica</i>	Cerda em sfl
	Soquete inflexível (sin); 3-4 células	Termo e hidro	<i>Basiconica</i>	Cavilha
	sensoriais (um dendrito soldado ou lamelado)		<i>Coeloconica</i>	Cavilha em orifício
Poros terminal único (ptu) (parede fina)	S fl.; 2-20 células sensoriais: um corpo tubular, dendritos não ramificados	Gustativo e mecano (quimiorreceptor de contato)	<i>Chaetica</i>	Cerda ptu em sfl
			<i>Trichodea</i>	Cerda ptu em sfl
			<i>Basiconica</i>	Cavilha ptu em sfl
			<i>Styloconica</i>	Abóbada ptu em sfl
	Soquete inflexível (sinfl); 2-9 células sensoriais, dendritos não ramificados	Gustativo	<i>Basiconica</i>	Cavilha ptu
	Gustativo	<i>Styloconica</i>	Cúpula ptu	
Poros múltiplos (p.m.) na parede (parede fina, sinfl)	Túbulos com parede única (ou similar); 1-40 células sensoriais, dendritos ramificados ou não	Olfativo	<i>Basiconica</i>	Cavilha pm
			<i>Coeloconica</i>	Cavilha pm orifício
			<i>Trichodea</i>	Cerda pm
			<i>Placodea</i>	Prato pm
	Parede dupla, canais com secreção; 2-4 células sensoriais, dendritos não ramificados	Olfativo e termo	<i>Basiconica</i>	Cavilha pm escavado
		Olfativo	<i>Coeloconica</i>	Cavilha pm escavado orifício
	Termo e hidro			

Fonte: Frazier (1985).

Tradução própria

Em percevejos, os estudos disponíveis na literatura, em relação a sensilos externos, estão concentrados a poucas famílias, principalmente Miridae, Lygaeidae, Pyrrhocoridae e Pentatomidae (Backus 1980). Em Alydidae, não foram encontrados registros de estudos comportamentais e

morfológicos em relação às interações com suas plantas hospedeiras. Nesta família, existe interesse particular em relação ao percevejo neotropical *Neomegalotomus parvus* (West.). Este inseto adaptou-se a espécies vegetais cultivadas introduzidas no Brasil, tornando-se praga em soja, *Glycine max* (L.) Mer., e feijão, *Phaseolus vulgaris* L. (Schaefer 1998). De acordo com os conceitos estabelecidos por Dethier (1954), *N. parvus* é um inseto oligófago (alimenta-se de plantas de uma mesma família ou membros de famílias estreitamente relacionadas) em Leguminosae. Como este inseto é criado com relativa facilidade em sementes e vagens maduras de plantas hospedeiras, é possível sua utilização em larga escala para experimentação entomológica (Ventura & Panizzi 1997).

1.2. Justificativa e Objetivos

Considerando a escassez de estudos relativos a aspectos da seleção hospedeira em Insecta, particularmente em Hemiptera – Heteroptera, foram conduzidos estudos comportamentais e morfológicos. A espécie *Neomegalotomus parvus* foi escolhida em razão da crescente importância no Brasil, do pouco conhecimento disponível a respeito do comportamento relacionado às plantas hospedeiras e à morfologia de sensilos em Alydidae e da facilidade de criação da espécie em laboratório.

Inicialmente, foram feitas observações no campo para se estabelecer a flutuação populacional do inseto em várias plantas hospedeiras e as estruturas vegetais nas quais se localizavam. Através destas observações buscou-se informações em relação ao ciclo sazonal da espécie nas condições estudadas. Também se estudou a preferência para oviposição entre várias espécies em gaiolas no campo. No campo, estudou-se a ocorrência de gregarismo da espécie, sendo esta, uma característica comportamental envolvida na seleção hospedeira. Em laboratório, estudou-se a preferência alimentar e o comportamento associado ao processo de aceitação do alimento bem como a influência da densidade

de ninfas e do fornecimento de água na manifestação da preferência. Desta forma, além de se determinar quais os alimentos preferidos, também se procurou avaliar em que condições e como estes alimentos foram aceitos. Em relação à oviposição, estudou-se o ritmo diário e como o inseto escolhe depressões nas vagens para deposição dos ovos. A resposta a estímulos olfativos de estruturas de plantas e feromônios, com e sem movimentação do ar; e a resposta a estímulos visuais foram estudadas em laboratório. Em campo, estudou-se também respostas a armadilhas coloridas e a armadilhas com machos. A morfologia de sensilos foi estudada e discutida de acordo com o tipo de teste realizado e o envolvimento da estrutura no comportamento.

Finalmente, os resultados são discutidos em contexto mais amplo. Em função destes resultados, são propostos novos estudos para aprofundamento do conhecimento do comportamento do inseto, bem como são feitas sugestões de aplicações dos resultados em outros campos da entomologia. São feitas ainda considerações sobre estudos e aspectos que devem ser aprofundados para que se consiga aplicabilidade.

CAPÍTULO 2

2. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, COMPORTAMENTO GREGÁRIO E PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO EM *NEOMEGALOTOMUS PARVUS* (WEST.) (HEMIPTERA: ALYDIDAE)

2.1. Introdução

Os percevejos da família Alydidae (Hemiptera: Coreoidea), particularmente os gêneros *Alydus* Fabricius, *Riptortus* Fabricius, *Megalotomus* Fieber e *Neomegalotomus* Schaffner & Schaefer, são sugadores de sementes oligófagos em leguminosas (Schaefer 1980, Schaefer & Mitchell 1983). O gênero *Megalotomus* ocorre somente no Hemisfério Norte (Schaeffner & Schaefer 1998). As espécies neotropicais pertencentes ao gênero *Megalotomus* foram agrupados no novo gênero *Neomegalotomus* Schaffner & Schaefer (Schaefer & Panizzi 1998, Schaeffner & Schaefer 1998). Além da espécie *N. parvus*, as espécies *N. latifascia* (Berg), *N. pallescens* (Stål), *N. consobrinus* (West.), e *N. debilis* (Walker) foram transferidas para o novo gênero *Neomegalotomus* Schaffner & Schaefer (Schaefer & Panizzi 1998, Schaffner & Schaefer 1998).

A espécie *N. parvus* adaptou-se às plantas introduzidas na região neotropical, tais como soja, *Glycine max* (L.) Mer. (Panizzi 1988), guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. e lab-lab, *Dolichos lablab* L. (Santos & Panizzi 1998b). *N. parvus* tem atingido também a condição de praga em feijão (Paradela F^o et al. 1972, Chandler 1984, 1989) e soja (Santos & Panizzi 1988a). O desenvolvimento desta espécie nestes hospedeiros, principalmente em soja, é favorecido pela facilidade de encontrar as plantas em extensas áreas de cultivo com monoculturas e pela menor incidência de inimigos naturais em relação aos hospedeiros silvestres (Schaefer 1998). De acordo com Schaefer (1998), a adaptação de *N. parvus* a leguminosas introduzidas era previsível em razão da associação dos alidídeos com plantas desta família.

Os conhecimentos referentes às interações de *N. parvus* com as plantas hospedeiras são restritos a estudos biológicos (Panizzi 1988, Santos & Panizzi 1998b) e de danos (Paradela F^o. *et al.* 1972, Santos & Panizzi 1998a). Com o objetivo de estudar as relações com suas plantas hospedeiras, observou-se a flutuação populacional no campo, durante um ano, verificando-se as estruturas vegetais nas quais os insetos se localizavam. Também estudou-se a ocorrência de gregarismo da espécie e a preferência para oviposição entre plantas hospedeiras e não hospedeiras (em gaiolas) no campo.

2.2. Material e Métodos

2.2.1. Levantamento nas Plantas Hospedeiras

No período de dezembro de 1996 a novembro de 1997, semanalmente, observou-se a presença de ninfas, adultos machos e fêmeas em plantas hospedeiras nos campos experimentais da Embrapa-Soja, no distrito da Warta, em Londrina, PR. Os levantamentos foram feitos em feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; soja, cv. BR 37; guandu-anão, *Cajanus cajan* (L.) Millsp; lab-lab; e guandu. Em feijão, a ocorrência de doenças fúngicas limitou a produção de vagens, não sendo possível avaliar. As observações visuais, por hospedeiro, foram feitas durante 10 minutos (com cuidado para não perturbar os insetos), verificando-se também as estruturas das plantas nas quais os insetos estavam localizados. Em levantamentos preliminares, observou-se que os insetos invadem a cultura no período de produção de vagens. Desta forma, os levantamentos, em cada planta, foram iniciados no início deste período. Os campos de cada hospedeiro foram estabelecidos em áreas contíguas de ca. 1000 m².

2.2.2. Comportamento de Agregação

Estudou-se a distribuição de populações em campo de guandu. As unidades amostrais foram delimitadas estabelecendo-se uma circunferência de 1 m de raio. As observações foram feitas de forma

semelhante ao levantamento nas plantas hospedeiras. A distância de cada unidade amostral foi de 10 m. Coletaram-se 103 amostras no campo, repetidas em cinco datas (22, 24 e 26/8, 4 e 6/9/1999), evitando-se dias com chuva ou ventos fortes. A área experimental tinha 1500 m². Utilizou-se o Índice de Morisita para caracterizar o comportamento gregário dos insetos e os valores obtidos foram testados através do teste F (Morisita 1959).

2.2.3. Preferência para Oviposição

Comparou-se a preferência para oviposição em plantas de soja, guandu, lab-lab, feijão e arroz (*Oryza sativa* L.). Foram utilizadas cinco gaiolas (2 x 2 x 2 m), cada uma com 2 plantas de cada espécie, uma planta com vagens verdes e outra com maduras, equivalentes aos estádios R6 e R8 da soja (Fehr *et al.* 1971), respectivamente. As plantas foram cultivadas em vasos e mantidas em casa-de-vegetação até o início do experimento, excetuando-se o guandu maduro do qual, devido à altura das plantas, foram cortados ramos (60 cm) com vagens secas, e colocados em vasos com areia e água. As plantas permaneceram nas gaiolas por uma semana. Foram colocados 10 casais por gaiola. Os insetos foram criados em laboratório e alimentados com sementes de guandu, soja, feijão e lab-lab (Item 3.1.1). Uma semana após a instalação do experimento, as plantas e os insetos foram substituídos. Quantificou-se os ovos em cada estrutura vegetal. O experimento foi repetido em cinco semanas (blocos), constituindo delineamento de blocos ao acaso. Realizou-se análise de variância e teste de Duncan para comparação das médias.

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Flutuação Populacional

Em função da sazonalidade das plantas hospedeiras, verificou-se que ocorreu alimento para *N. parvus* durante onze meses do ano (Fig. 1). Adultos e ninfas foram constatados em todas as culturas. Apenas nos mês de novembro não foram observados insetos. Neste mês, ainda não ocorrem vagens nos hospedeiros de verão, e em guandu e lab-lab as vagens já estavam se deteriorando. Entretanto, o feijão comum, semeado no período das águas, embora não tenha sido avaliado neste trabalho, plantado até o mês de setembro, pode ser fonte de alimento neste mês. Outras plantas, como o feijão de porco *Canavalia ensiformes* (L.) DC., as anileiras *Indigofera hirsuta* L., *I. suffruticosa* Millsp. e *I. truxillensis* H.B.K., o tremoço *Lupinus* sp., e o gergelim *Sesamum indicum* L. são hospedeiros alternativos (Santos 1996). Pela oligofagia em leguminosas e pela capacidade de vôo (Schaefer 1980, Schaefer & Mitchell 1983, Singh & Van Emden 1979), os alidídeos podem explorar um largo espectro de plantas hospedeiras. Segundo Kishino & Alves (1992), *N. pallescens* apresenta mobilidade e capacidade de migração. Também Aldrich *et al.* (1993) referiram-se aos alidídeos, juntamente com coreídeos, como insetos capazes de migrarem voando para culturas sucessivas. De acordo com Panizzi (1991), a abundância e a disponibilidade de sementes é fator fundamental na regulação das populações de percevejos sugadores, que precisam colonizar os campos rapidamente, pois as sementes são uma fonte nutricional efêmera. Mesmo, havendo disponibilidade de alimento o ano todo, teria ainda como limitação a ocorrência de baixas temperaturas. Como no Norte do Paraná os invernos são amenos, as condições para desenvolvimento de populações do inseto são propícias. Em condições de inverno ainda mais ameno, como nas regiões mais centrais do Brasil, altas populações desta espécie são associadas com soja (Panizzi 1997) e feijão (Chandler 1984, 1989).

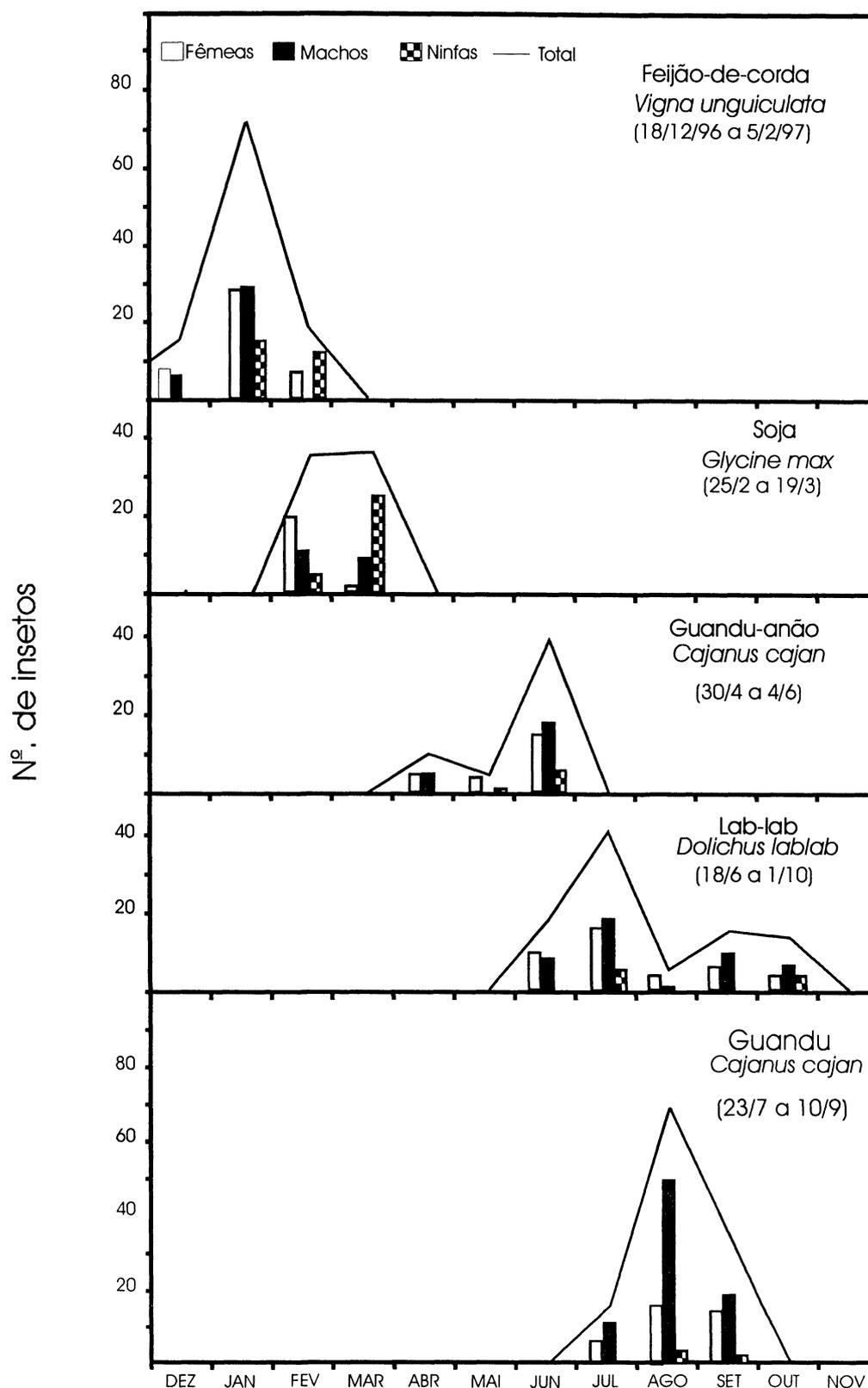


Figura 1. Flutuação populacional (total de insetos) de *Neomegalotomus parvus* em plantas hospedeiras em 10 minutos de observação. Londrina, PR. Dezembro/1996 a novembro de 1997

O feijão-de-corda, apesar de não se ter conhecimento de registros na literatura de ser planta hospedeira do inseto, proporcionou condições de desenvolvimento para as populações da praga (Fig. 1). *N. parvus* ocorreu sobre esta planta de 18/12/96 a 5/2/97. Verifica-se que o uso do feijão-de-corda, como cultura armadilha, poderia ser testado no controle de *N. parvus*. Outras plantas do mesmo gênero, como o feijão-de-corda, *V. unguiculata cylindrica* (L.) Walp., o caupi, *V. sinensis* L. Sori, e o feijão-mungo, *V. radiatus* L., também foram sugeridas como plantas armadilhas para pragas da soja (Naito 1996). *Riptortus linearis* (L.) (Alydidae) foi controlado na Indonésia com cultura armadilha, utilizando-se *Sesbania rostrata* L. (Naito 1996). A ocorrência simultânea de vagens verdes e maduras, como também ocorre com guandu e lab-lab, pode favorecer o desenvolvimento do inseto, pela maior disponibilidade de água nas sementes verdes e em outras partes verdes da planta (Santos & Panizzi 1998b). Quando as sementes do feijão-de-corda já estavam se deteriorando, os insetos deslocaram-se para a soja. O deslocamento de adultos, de acordo com a fenologia das plantas também foi verificado para *Riptortus dentipes* Fab. (Alydidae) (Ntonifor *et al.* 1996).

O período mais curto de ocorrência dos insetos foi verificado na cultura da soja (de 25/2 a 19/3/97), na qual a colheita dos grãos indisponibilizou o alimento (Fig. 1). Apenas uma geração da praga se desenvolveu na cultura. Além do pior desenvolvimento de ninfas e adultos em sementes de soja, comparadas ao guandu e lab-lab (Santos & Panizzi 1998b), a água pode ser outro fator limitante aos insetos devido ao secamento das plantas. Os hemípteros sugadores de semente demandam relativamente grandes quantidades de água (Panizzi 1991). Como a maturação é uniforme nas variedades comerciais de soja, quando as plantas secam, os insetos teriam condições de desenvolvimento precárias por deficiência de água, principalmente, se a época de maturação coincidir com períodos de estiagem. Quando ocorreram longos períodos de chuvas na época da colheita, surtos do inseto foram verificados, devido ao atraso nesta operação. Nestes casos, existiu abundância de alimento e água.

A assincronia na maturação dos campos de soja, por diferenças nos ciclos das cultivares ou nas épocas de plantio, pode favorecer o desenvolvimento de populações do inseto. As primeiras gerações se desenvolvem nas cultivares que atingem a maturação precocemente, dispersando-se posteriormente para outros cultivares de ciclo mais extenso ou precoces semeadas mais tarde; o que ocorre também para os demais percevejos sugadores de semente em soja (e.g., Rosseto *et al.* 1989, Gazzoni & Malaguido 1996).

Em guandu, os insetos foram constatados de 23/7 a 10/9/97. Das espécies de plantas observadas, após a soja, o guandu é a mais freqüentemente encontrada no Norte do Paraná. Várias pragas da soja utilizam esta planta como hospedeiro alternativo (e.g., Naito 1996, Panizzi & Oliveira 1998). Espécies de Alydidae, pertencentes ao gênero *Riptortus*, atacam o guandu na Índia e no leste e oeste da África (Singh & Van Emden 1979).

Em lab-lab, os insetos permaneceram por um período mais longo, de 18/6 a 1/10, em função do maior período de produção de vagens nesta cultura.

2.3.2. Estruturas Vegetais

Em todas as plantas observadas, os insetos localizaram-se, principalmente, nas vagens maduras (Fig. 2). Estas observações ratificam os resultados obtidos no Capítulo 3, no qual verificou-se que as sementes maduras são preferidas pelos insetos. Em feijão-de-corda, constatou-se que os insetos localizavam-se também nas folhas verdes. Isto pode ser conseqüência da maior proporção de massa foliar que esta planta possui, em relação a quantidade de vagens; e também porque existiam folhas verdes nas plantas durante o período de produção de vagens na cultura até a deterioração das sementes.

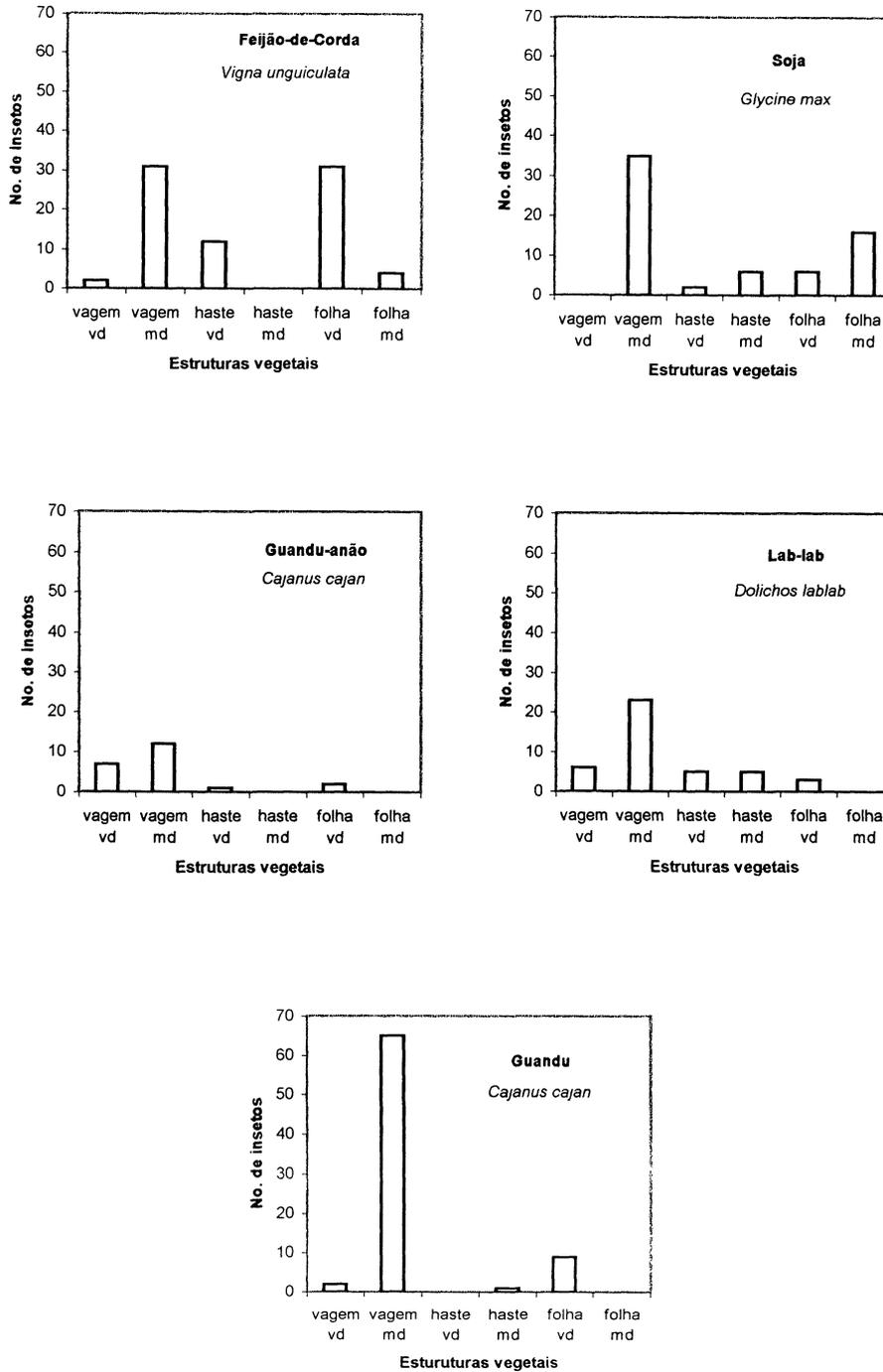


Figura 2. Número total de *Neomegalotomus parvus* em estruturas vegetais, em levantamentos de campo, em 10 minutos de observação. Londrina, PR. Dezembro/1996 a novembro de 1997 (md = madura; vd = verde)

2.3.3. Comportamento de Agregação

Em guandu, o Índice de Morisita obtido foi de 1,94, portanto, maior que o valor limiar 1,0. Sendo assim, os insetos apresentaram distribuição contagante (binomial negativa), caracterizando a agregação (Morisita 1959). Os resultados foram altamente significativos ($F = 3,28^{**}$). O valor obtido para a variância (2,95) foi maior do que a média (2,41), ratificando, portanto, a hipótese de que os insetos apresentam hábito gregário (Ludwig & Reynolds 1988). Na natureza, a obtenção de valores elevados de variância refletem a agregação. Nas agregações, ocorreram machos, fêmeas e ninfas a partir do terceiro ínstar. Em percevejos nos quais a postura é agrupada, o comportamento gregário é comum. Entretanto, em *N. parvus*, no campo, observou-se que os ovos, normalmente, foram colocados isoladamente (Panizzi *et al.* 1996). Em alidídeos, foi reportada a agregação interespecífica de adultos de *Alydus eurinus* (Sây), *A. pilosulus* (Herrich-Schaeffer) e *Megalotomus quinquespinosus* (Sây) (Schaeffer 1980). Em Heteroptera, o hábito gregário em ninfas está relacionado à melhoria na eficiência da alimentação (Bongers 1968, Bongers & Eggermann 1971) pela melhor utilização da saliva (Bongers & Eggermann 1971, Derr & Ord 1979) e é determinado por estímulos visuais (Youdeowei 1966). Em *Nezara viridula* (L.), ocorrem agregações de machos, fêmeas e ninfas de quinto ínstar (Harris & Todd 1980). Os machos atraem os coespecíficos através de feromônio. Em *R. clavatus* Thunb., os machos atraem adultos de ambos os sexos (Numata *et al.* 1990). Além de favorecer a cópula pela proximidade dos indivíduos (Harris & Todd 1980), as agregações funcionam como defesa, pois a mortalidade é maior quando isolados (Hokyo & Kiritani 1963). Presas, em grupos, geralmente detectam a aproximação de predadores mais rapidamente do que indivíduos solitários (Pulliam & Caraco 1984). Sillén-Tullberg & Leimar (1988), discorrendo sobre as agregações em animais, consideram que este comportamento poderia ser desvantajoso em insetos porque são pequenos e lentos em relação a muitos predadores. Desta forma, para que a agregação se tornasse característica evolutivamente favorável, a impalatabilidade deveria ser uma característica a ser desenvolvida

evolutivamente antes. Entretanto, esta generalização não se aplica no caso de *N. parvus*. Neste inseto, observa-se que, após o vôo de um indivíduo do grupo, os demais também voam e as ninfas caem no solo (M.U. Ventura, observação pessoal). Ao invés da impalatabilidade, provavelmente, nesta espécie estes comportamentos evoluíram associados à fuga após qualquer perturbação. Desta forma, a agregação tornou-se uma característica evolutivamente favorável. Secreções defensivas, como o n-tridecano em altas concentrações em *N. viridula*, também podem tornar as agregações favoráveis (Todd 1989). Adultos e ninfas de *N. parvus* quando são perturbados exalam cheiro desagradável, assim como outros alidídeos (Underhill 1943). A agregação é particularmente vantajosa se os membros dão alarme quando um predador é percebido (Pulliam & Caraco 1984). Provavelmente, a fuga de muitos insetos do grupo após o vôo de um indivíduo, esteja associada a feromônio de alarme e ou estimulação visual. Feromônio de alarme foi constatado para o alidídeo *R. clavatus* (Leal & Kadosawa 1992). A pressão de seleção exercida por predadores em *N. parvus* e em outros alidídeos também condicionou o desenvolvimento de mimetismo nas ninfas adquirindo aspectos de formigas (Yonke & Medler 1968, Oliveira 1985).

2.3.4. Preferência para Oviposição

Maior número de ovos foi observado em plantas de guandu, seguido pela soja e lab-lab (Fig. 3a). Não foram verificados ovos em feijão e arroz. O menor desempenho do inseto em feijão, em relação ao guandu, lab-lab e soja (Panizzi 1988, Santos & Panizzi 1998b), pode ter determinado o menor número de ovos. Os ovos foram colocados principalmente nas vagens maduras em guandu, mas também em vagens verdes em guandu, soja e lab-lab (Fig. 3b). A atividade da alimentação da fêmeas se desenvolve paralelamente à oviposição em *N. parvus* (Capítulo 4). Portanto, a preferência alimentar do inseto pode influenciar significativamente a escolha do local da alimentação, assim como características físicas do substrato.

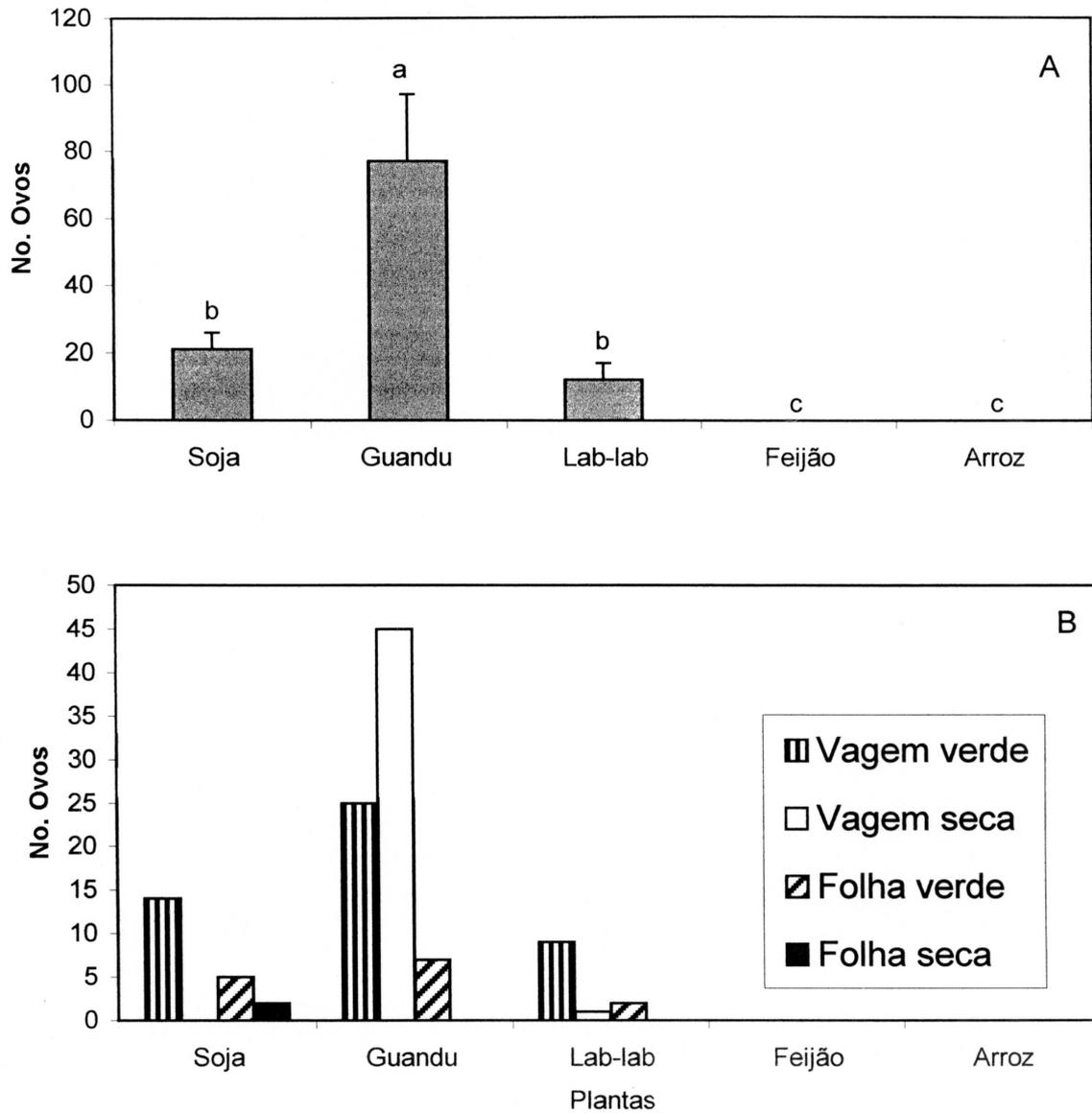


Figura 3. Número médio de ovos (\pm E.P.) depositados por *Neomegalotomus parvus* em plantas (a) e estruturas vegetais (b) em gaiolas no campo. Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($N = 5$).

Eventualmente, os resultados obtidos em condições confinadas podem não expressar exatamente o comportamento dos insetos no campo, onde, opções de escolha podem não ocorrer em função da sazonalidade das plantas hospedeiras e de monoculturas (Morris & Arida 1991). Por exemplo, em feijoeiro no campo, posturas são feitas nas plantas (duas faces da folha) (Yokoyama 1998). O maior número de ovos colocados em guandu pode estar refletindo a qualidade adequada desta planta para o desenvolvimento do inseto (Santos & Panizzi 1988b).

Em conclusão, o desenvolvimento fenológico das plantas hospedeiras estudadas proporcionou a ocorrência de *N. parvus* durante, praticamente, o ano todo; os insetos localizaram-se principalmente nas vagens maduras e apresentaram comportamento gregário no campo e depositaram em guandu o maior número de ovos.

CAPÍTULO 3

3. COMPORTAMENTO E PREFERÊNCIA ALIMENTAR EM *NEOMEGALOTOMUS PARVUS* (WEST.)

(HEMIPTERA: ALYDIDAE)

3.1. Introdução

Os percevejos da família Alydidae são estreitamente relacionados com plantas leguminosas (Schaefer 1980, Schaefer & Mitchell 1983). Espécies neotropicais, descritas como pertencentes ao gênero *Megalotomus*, foram agrupadas no novo gênero *Neomegalotomus* Schaffner & Schaefer (Schaeffner & Schaefer 1998), no qual a espécie *parvus* é de interesse particular pelos danos que pode causar (Santos & Panizzi 1998a). *N. parvus* foi constatado em várias espécies de leguminosas, como feijão, *Phaseolus vulgaris* L., crotalária, *Crotalaria juncea* L. (Paradela F^o et al. 1972), soja, *Glycine max* (L.) Mer. (Kishino 1980), feijão-de-porco, *Canavalia ensiformes* (L.) DC., anileiras, *Indigofera hirsuta* L., *I. suffruticosa* Millsp. e *I. truxillensis* H.B.K., tremoço, *Lupinus* sp., e gergelim, *Sesamum indicum* L. (Santos, 1996).

Nos últimos anos, *N. parvus* tem crescido em importância nas lavouras de soja (Panizzi 1997), nas quais, têm ocorrido surtos (Kobayashi & Aguerro 1988). Altas populações deste inseto tem aparecido principalmente em lavouras de soja no centro-oeste brasileiro (Panizzi 1988). Chandler (1984) considerou que esta espécie poderia vir a se tornar a praga principal de feijão para produção de sementes, nesta região. Com o aumento das áreas de cultivo de feijão irrigado, esta previsão se confirmou (José R. Menezes, comunicação pessoal).

Em estudos recentes, verificou-se o desempenho de ninfas e adultos de *N. parvus* em leguminosas cultivadas (Panizzi 1988, Santos & Panizzi 1988b). Dentre as espécies estudadas, o guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. foi o hospedeiro que proporcionou as melhores condições para o

desenvolvimento do inseto. De maneira geral, em sementes maduras verificou-se melhor desempenho do que em sementes verdes (excetuando-se o guandu, no qual o desempenho foi similar). Considerando-se a facilidade de criação de *N. parvus* em laboratório, com sementes maduras de guandu, foi proposta sua utilização para experimentação e didática entomológica (Ventura & Panizzi 1997).

Estudos relativos aos mecanismos sensoriais e comportamentais envolvidos na alimentação são relativamente escassos em Hemiptera, particularmente com Alydidae (Backus 1988). Desta forma, estudou-se aspectos do comportamento de *N. parvus* envolvidos na seleção e aceitação de diferentes alimentos. Em adição, foi investigada a influência da densidade de ninfas e do fornecimento de água na preferência alimentar. Finalmente, observou-se a morfologia externa da extremidade do lábio para inferir sua funcionalidade.

3.2. Material e Métodos

Os experimentos foram realizados na Embrapa-Soja, no distrito da Warta, em Londrina, PR. As preparações e observações em microscopia eletrônica foram realizadas no Centro de Microscopia Eletrônica da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP e as de microscopia óptica no Departamento de Histologia da UEL, em Londrina, PR.

3.2.1. Insetos

A criação foi iniciada com insetos coletados no campo experimental da Embrapa-Soja. A cada 15 dias, novos indivíduos foram coletados e incorporados à criação em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Os recipientes utilizados foram caixas de acrílico do tipo “gerbox” (12,0 x 12,0 x 3,8 cm), forradas com papel filtro e contendo alimento e água. Foram mantidas 14 ninfas ou quatro

casais em cada caixa. Os ovos foram removidos a cada dois dias. Os alimentos foram sementes de guandu, soja e lab-lab, *Dolichos lablab* L. As sementes foram colocadas em recipientes (tampa plástica com 2,5 cm de diâmetro) e em outra tampa colocava-se algodão hidrófilo embebido em água. Outros detalhes da metodologia de criação seguiram as proposições de Ventura & Panizzi (1997).

3.2.2. Preferência Alimentar e Estudos Comportamentais

Os experimentos foram realizados em câmaras climatizadas ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Antes de cada teste, cada inseto foi confinado entre duas tampas plásticas (2,5 cm de diâmetro) por 15 minutos, no local onde seria liberado na arena. Após este período, retirou-se cuidadosamente a tampa superior liberando-se o inseto. As ninfas eram de segundo ínstar, recém emergidas, e que ainda não haviam se alimentado (primeiro ínstar não se alimenta) e adultos em jejum por 48 horas.

3.2.2.1. Chance de Escolha do Alimento

O teste foi montado com dez ou com uma ninfa, que foram colocadas no centro de uma placa de Petri (12 cm de diâmetro). Os alimentos foram dispostos na periferia da placa, colados sobre folha de papel, em uma área de 4 cm^2 . Os tratamentos foram sementes maduras de guandu, feijão, lab-lab, soja e arroz (*Oryza sativa* L.) Em contato com o alimento, os insetos fazem o tateamento, que consiste em tocar a semente com as extremidades do lábio e das antenas. Através do tateamento, os insetos podem aceitar ou rejeitar o alimento. No caso de aceite do alimento, segue-se a prova. No teste com uma ninfa por placa, observou-se o comportamento durante duas horas, quantificando-se: os alimentos que foram visitados inicialmente; o percentual de tateamentos no alimento resultantes em prova (caracterizada pelo rostro colocado reto sobre a superfície da semente); percentual de provas resultantes em alimentação, com os dois primeiros segmentos do lábio formando um ângulo inferior a 180° para a

penetração do estilete na semente (Saxena 1963, Hori 1968) e percentual de tateamentos resultantes em alimentação. Nos dois testes, durante cinco dias, o percentual de ninfas em cada alimento foi determinado diariamente. Após este período, as sementes foram retiradas e submetidas a coloração com fuccina ácida (1%), por três horas. Após ser removido o excesso do corante com água corrente, contou-se o número de flanges (parte externa da bainha alimentar) através de microscópio estereoscópio (Bowling 1979). O experimento com 10 ninfas por placa foi repetido cinco vezes e o com uma ninfa por placa 20 vezes, sendo que, neste último, cada repetição foi composta por 10 placas.

A preferência de ninfas de segundo ínstar em relação a vagens maduras ou verdes foi estudada colocando-se uma vagem de cada em placas de Petri (12 cm de diâmetro) opostamente na periferia da placa. Este teste foi montado com o fornecimento de água em tampa plástica ou não. Decorridas 24, 48 e 72 horas, contou-se o número de insetos sobre os alimentos, calculando-se o percentual de resposta a cada uma delas. Em cada teste foram utilizadas 15 ninfas por repetição, em quatro repetições.

3.2.2.2. Sem Chance de Escolha do Alimento

Utilizou-se a metodologia de estudo de duração e frequência da alimentação (Simmons & Yeargan 1988). Uma ninfa de segundo ínstar foi mantida com uma semente do alimento em placa de Petri (8,5 cm de diâmetro). Os tratamentos foram os mesmos utilizados nos testes de preferência por sementes. Observações foram feitas a cada 15 minutos, das 8 até as 18 h. Caso o percevejo estivesse se alimentando (estiletos inseridos na sementes), considerou-se uma “sessão alimentar”. Caso na observação seguinte, a ninfa ainda estivesse com os estiletos inseridos no alimento, a sessão foi considerada como não terminada. Caso contrário, a sessão alimentar foi considerada finalizada. Assim, determinaram-se o número de sessões alimentares, a duração média das sessões e a duração da maior sessão. O teste foi repetido quatro vezes, sendo que cada repetição foi realizada com 15 insetos.

Em testes com adultos, um inseto foi colocado em um dos cantos de uma caixa “gerbox”. Em canto oposto, foi colocada uma vagem de guandu, feijão ou soja, ou panícula de arroz. Os insetos foram observados durante duas horas, verificando-se o tempo de procura do alimento, de tateamento, de prova e de alimentação. Calculou-se também o percentual de ocasiões que o alimento foi localizado mais rapidamente e o percentual de insetos que não realizaram prova. As observações foram feitas com 25 insetos por tratamento e repetidas quatro vezes.

3.2.3. Morfologia de Sensilos do Ápice do Lábio

Lábios de ninfas e de adultos foram dissecados utilizando-se pinça e tesoura de ponta fina. As peças foram montadas em suportes para microscopia de varredura (“stubs”). Para a montagem utilizou-se fita adesiva de dupla face. O material foi metalizado em ouro e observado em microscópio eletrônico de varredura (MEV) Zeiss mod. DMS 940.

Extremidades do lábio foram tratadas com nitrato de prata (0,1%) por 30 minutos no escuro (Peregrine 1972a). A seguir, lavou-se três vezes com água com duração de 5 minutos cada. Tratou-se com álcool 70% (3 x 5 minutos), 95% (3 x 5 minutos) e 100% (3 x 10 minutos); álcool/xilol (10 minutos) e xilol (2 x 10 minutos). Para montagem, utilizou-se xilol (10 minutos) e bálsamo do Canadá. O material permaneceu em estufa para secagem durante 72 h. A seguir, foram feitas as observações em microscópio óptico.

3.2.4. Delineamento Experimental e Análise Estatística

Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância e aqueles em percentagem foram transformados utilizando-se a constante arco seno $(x/100)^{1/2}$. Para comparação das médias, utilizou-se o teste t para o bioensaio de preferência sementes maduras vs. sementes verdes. Para os demais, utilizou-se o teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

3.3. Resultados e Discussão

3.3.1. Chance de Escolha do Alimento

Sementes de guandu, lab-lab e soja foram visitadas primeiramente, em maior número de ocasiões (6,4; 6,2 e 6,1; respectivamente), do que as sementes de feijão (2,8) (Tabela 1). O arroz, apesar de não ser planta hospedeira de *N. parvus*, ficou em posição intermediária (4,1). Estímulos visuais ou olfativos determinaram a escolha destes alimentos para primeira visita. Em outro percevejo, *Dysdercus intermedius* Distant (Phyrracoridae), os estímulos olfativos de sementes de algodão foram utilizados como pistas para localização pelas ninfas (Youdeowei 1966). Por outro lado, o encontro do alimento em ninfas de 5° instar de *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) (Lygaeidae) foi, ao acaso, sendo afetado pelos quimiorreceptores apenas a distâncias muito curtas (Feir & Beck 1963).

Em sementes de guandu e feijão, em grande parte das ocasiões em que o alimento foi tateado, ocorreu prova (97 e 87%, respectivamente); em lab-lab e soja, o percentual de tateamentos resultantes em prova foi significativamente inferior (55 e 51%, respectivamente) e, em arroz, a maior parte dos tateamentos não resultou em prova (5%) (Fig. 1). Em outras espécies de Heteroptera, a importância do tateamento na escolha do alimento foi também investigada. A remoção da extremidade da antena ou lábio de *Lygus lineolaris* (Palisot du Beauvois) (Miridae) provocou perda na capacidade de escolha de alimento (Ave *et al.* 1978). Os autores também verificaram aumento da atividade de impulso no nervo do lábio pelo contato com seiva de plantas hospedeiras. Em percevejos, além das extremidades do lábio e antenas, os tarsos anteriores e medianos podem ser dotados de quimiorreceptores capazes de detectar substâncias e desencadear o comportamento de prova (Miles 1958). Em Homoptera, esta característica também foi demonstrada; Walker (1987) verificou que uma proporção maior de fêmeas da mosca branca *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Aleyrodidae) realizaram prova em folhas novas de

limão, em comparação com folhas maduras, após entrarem em contato com as estruturas da planta; evidenciando-se a capacidade de escolha por quimiorreceptores localizados externamente.

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de primeiras visitas de ninfas de segundo ínstar de *Neomegalotomus parvus* em alimentos com livre chance de escolha em placas de Petri, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E) (n = 20).

Alimento (sementes maduras)	Número de 1 ^{as} visitas ^a
Guandu	$6,4 \pm 0,9$ a
Feijão	$2,8 \pm 0,7$ b
Lab-lab	$6,2 \pm 0,5$ a
Soja	$6,1 \pm 0,8$ a
Arroz	$4,1 \pm 0,7$ ab

^a Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

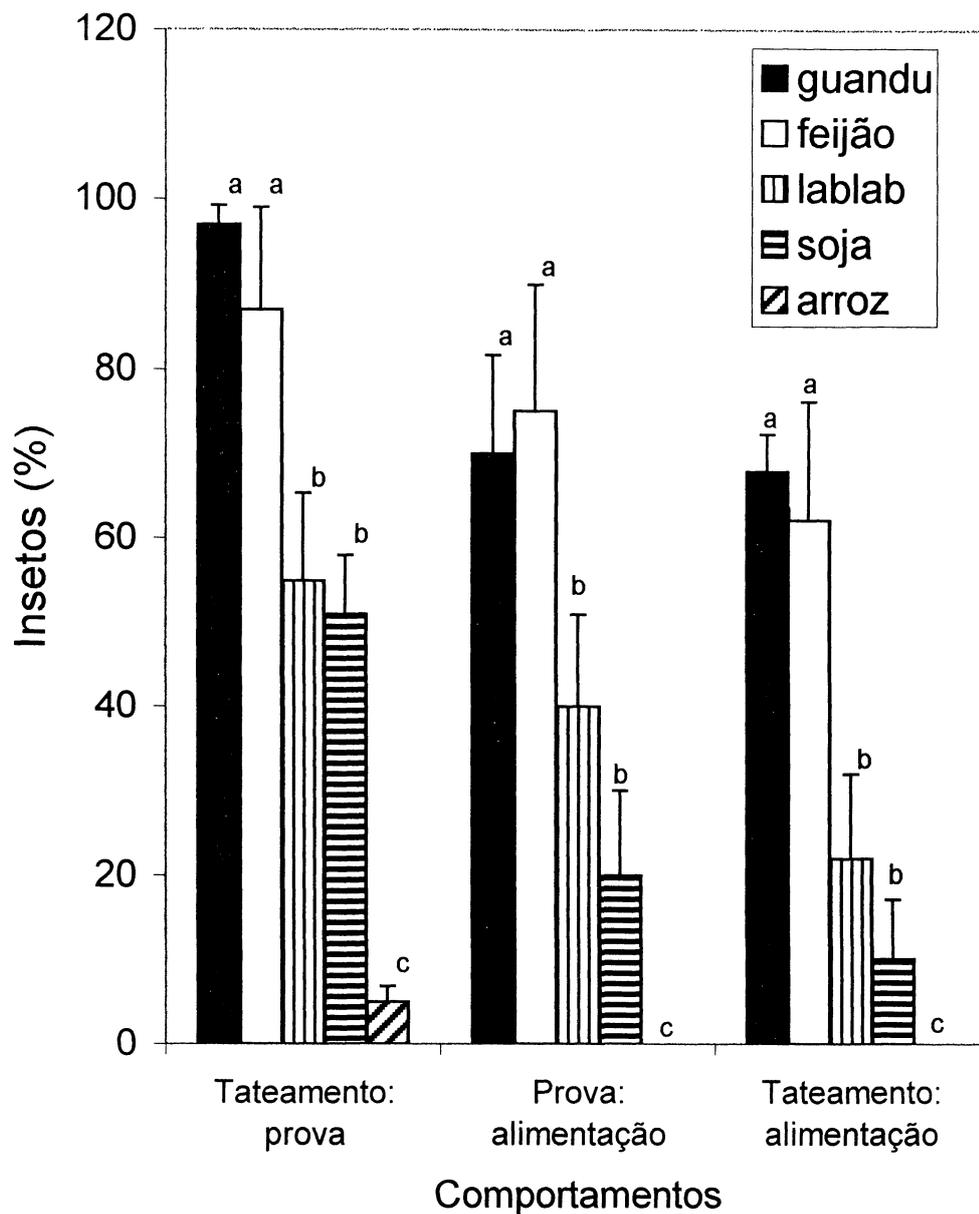


Figura 1. Percentagem média (\pm E.P.) de ninfas de segundo ínstar de *Neomegalotomus parvus* que apresentaram determinados comportamentos relacionados à alimentação, com livre escolha do alimento em placas de Petri em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($n = 20$).

Os maiores percentuais de provas resultantes em alimentação foram observados, em ordem decrescente, em feijão, guandu, lab-lab, soja e arroz (75,0; 70,0; 40,0; 20,0 e 0,0%, respectivamente) (Fig. 1). Ocorreram diferenças estatísticas do feijão e guandu em relação à soja e ao arroz. A discriminação do alimento após o tateamento é possível pela ação de sensilos da extremidade do lábio, que permanecem em contato com o alimento durante a prova (Hatfield & Frazier 1980), e por sensilos internos ao canal alimentar, como foi verificado nos percevejos *O. fasciatus* e *Dindymus versicolor* H. Sch. (Miles 1958). Internamente, a discriminação gustativa dos alimentos ocorre nos sensilos do órgão epifaringeal (Peregrine 1972b). Este órgão foi estudado e descrito por Chatterjee (1984) no mirídeo *Nesidiocoris caesar* (Ball.). Backus & McLean (1985) também evidenciaram a discriminação dos alimentos por este órgão em Homoptera, através de estudos com a cigarrinha *Graphocephala atropunctata* Signoret (Cicadelidae).

A variável percentual de tateamentos resultantes em alimentação engloba os resultados das duas variáveis anteriores, tateamentos resultantes em prova e provas resultantes em alimentação. Assim, os alimentos mais aceitos, através do tateamento e prova, foram sementes de guandu e de feijão (67,9 e 62,2%, respectivamente) e, a seguir, lab-lab e soja (22 e 10%, respectivamente). As sementes de arroz não foram aceitas.

Quando foram utilizadas 10 ninfas por placa, os insetos depositaram maior número médio de flanges em sementes maduras de guandu (41,3 flanges) do que em outras sementes (<11) (Fig. 2A). Em sementes de feijão, o número de flanges produzidas caiu para 10,6 (25,6% do total das produzidas em guandu); em lab-lab foram observadas 5,8 flanges (14,0%); em soja 3,1 flanges (7,5%); e em arroz não foram verificadas flanges. Entretanto, no experimento com uma ninfa por placa, a preferência alimentar foi alterada (Fig. 2B). Não foram verificadas diferenças significativas no número de flanges depositadas em sementes de guandu, feijão e lab-lab (ca. 30 flanges). Em soja, o número de bainhas caiu para 2,5 (8,6% apenas do total observado em guandu). A soja foi menos preferida do que o feijão,

apesar de proporcionar melhor desenvolvimento para *N. parvus* (Panizzi 1988, Santos & Panizzi 1998b).

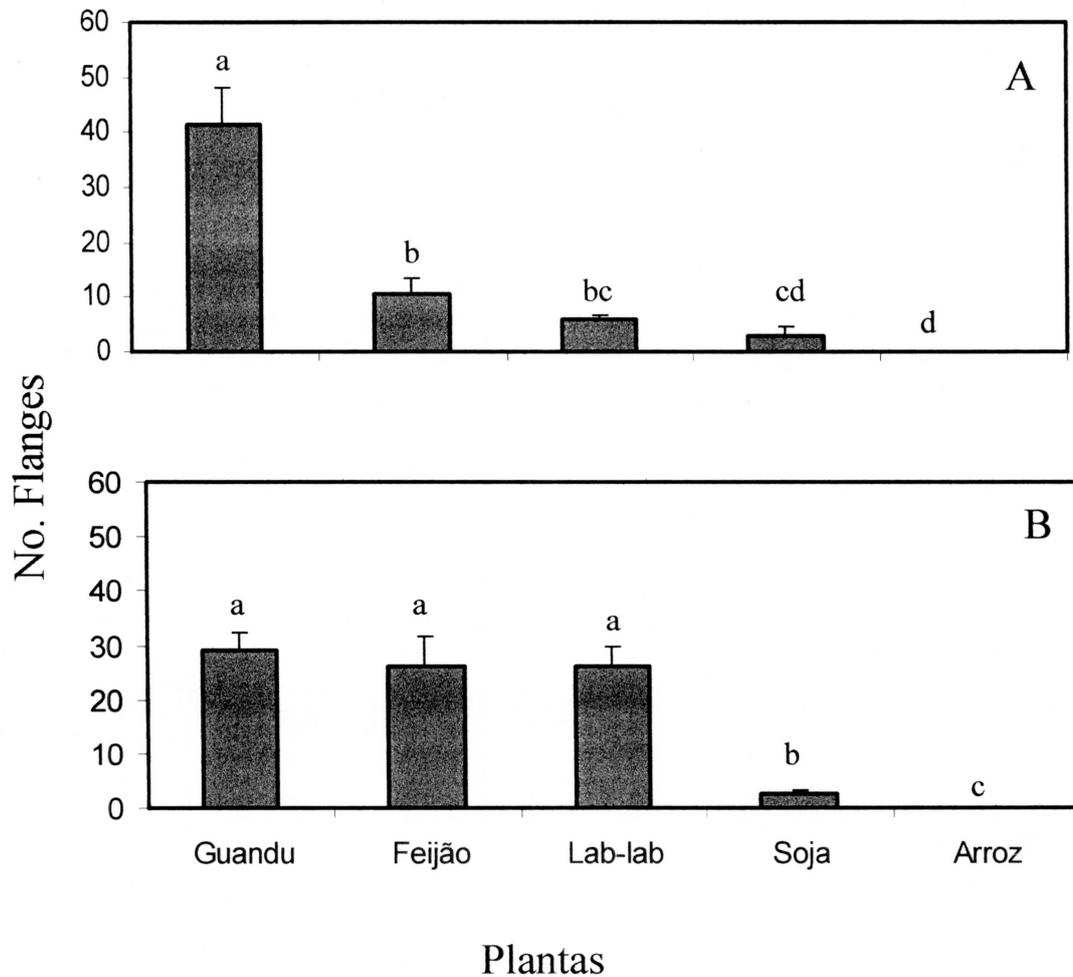


Figura 2. Número médio (\pm EP) de flanges (parte externa da bainha alimentar) produzidas por ninfas de segundo ínstar de *Neomegalotomus parvus* em alimentos (sementes) em testes com livre chance de escolha do alimento em placas de Petri, em laboratório. A = 10 ninfas/placa (n = 5); B = 1 ninfa/placa (n = 20) ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Com 10 ninfas/placa, diferenças significativas ocorreram entre o percentual de ninfas localizadas em guandu e nos outros alimentos após dois, quatro e cinco dias (Fig. 3A). O percentual de insetos em guandu permaneceu num patamar que oscilou entre ca. 40 a 60%. Nos outros alimentos, a percentagem de insetos localizados foi < 30%. Entretanto, no experimento com 1 ninfa por placa, estas diferenças não foram tão drásticas (Fig. 3B). O percentual de insetos localizados em guandu foi gradativamente sendo reduzido de ca. 45% no primeiro dia de observação para ca. 20% no quinto dia. Os insetos passaram então a se localizar principalmente em lab-lab que, assim como o guandu, hospedeiros mais adequados do que soja e feijão (Panizzi 1988, Santos & Panizzi 1988b). Como o guandu foi o alimento mais aceito (Fig. 1) e um dos mais primeiramente visitados (Tabela 1), os insetos tenderam a se concentrar nele (Fig. 3A). Entretanto, quando havia apenas uma ninfa por placa os insetos mudaram de hospedeiro (Fig. 3B), talvez buscando um melhor balanço de nutrientes (Waldbauer & Bhattacharya 1973, Waldbauer & Friedman 1991). As diferenças observadas nos resultados dos dois testes (Figs. 2 e 3) refletem, provavelmente, o comportamento gregário do inseto. Em condições de campo, adultos e ninfas de *N. parvus* são observados em pequenos grupos (vide Capítulo 3). Em Heteroptera, o efeito de grupo favorece a eficiência da alimentação, como foi reportado para *D. fasciatus* Sign. (Pyrrhocoridae) e *O. fasciatus* (Bongers 1968, Bongers & Eggermann 1971). Tem sido sugerido que o hábito gregário favorece o uso da saliva (Bongers & Eggermann 1971, Derr & Ord 1979). Estímulos visuais estão relacionados ao hábito gregário na alimentação em Heteroptera, como demonstrou Youdeowei (1966) com ninfas de *D. intermedius*.

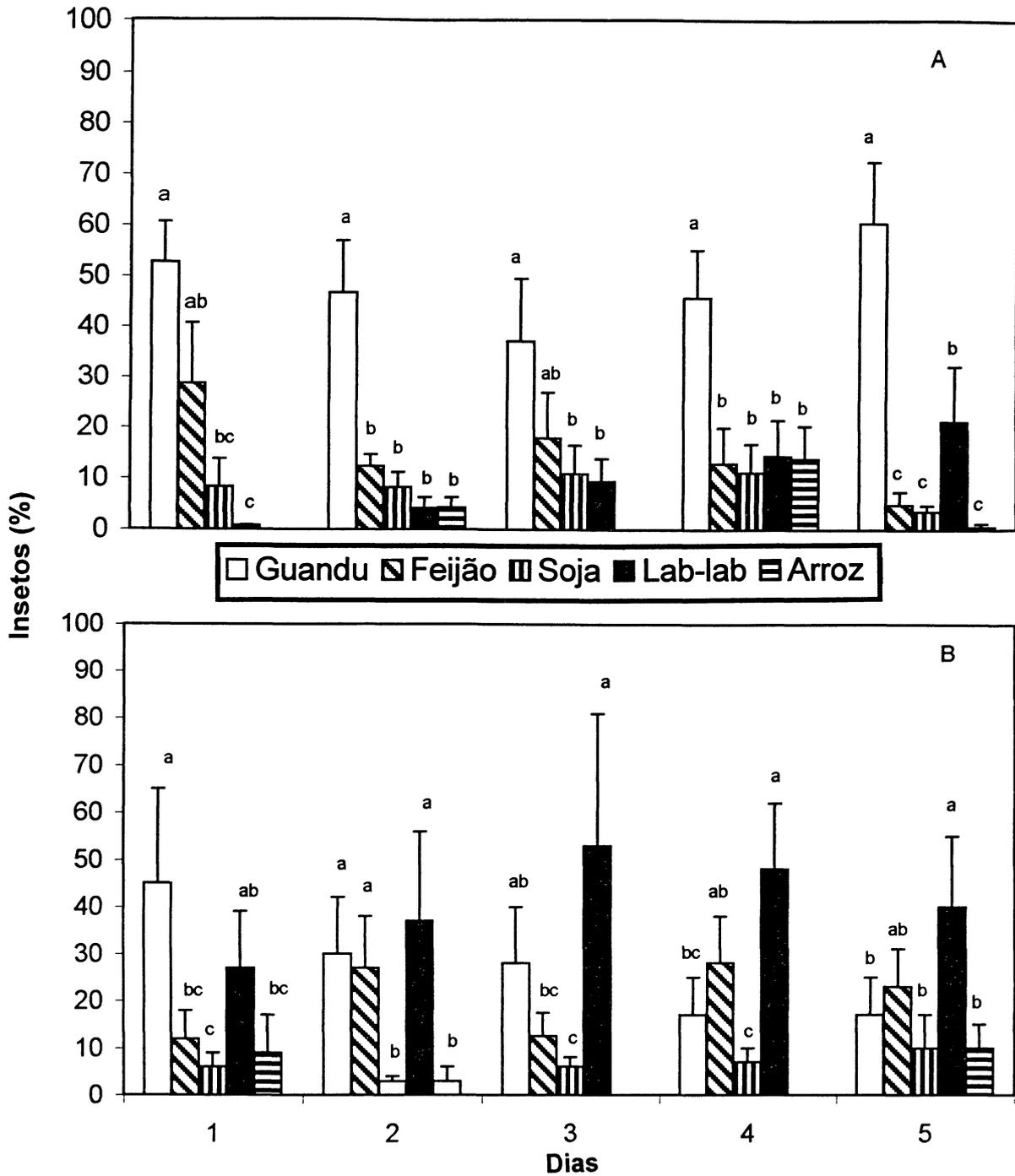


Figura 3. Número (%) médio (\pm EP) de ninfas de *Neomegalotomus parvus* em diferentes alimentos (sementes) em laboratório de 1 a 5 dias após o início em placas de Petri, em laboratório. A = 10 ninfas/placa (n = 5); B = 1 ninfa/placa (n = 20). ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Não ocorreram diferenças na preferência de ninfas de 2^o instar de *N. parvus* por vagens verdes ou maduras de guandu, 24 ou 48 horas após a liberação (Fig. 4). Entretanto, 72 horas após, as ninfas mantidas sem água localizaram-se mais em vagens verdes (Fig. 4B) e, naquelas mantidas com água, houve maior concentração nas vagens maduras (Fig. 4A). A inversão da preferência pode estar relacionada ao teor de umidade das sementes, em função do estado fisiológico do inseto, porque vagens verdes ou maduras proporcionam desenvolvimento similar para *N. parvus* (Santos & Panizzi 1988b). Em ambiente sem água os insetos tenderam a procurar o alimento verde. Ninfas de primeiro instar, apesar de viverem às expensas de suas reservas e não se alimentarem, são particularmente sensíveis à falta de água, morrendo na sua ausência (M.U. Ventura, observação pessoal). Assim, Youdeowei (1967) verificou que ninfas dos primeiros ínstaes de *D. intermedius* são particularmente sensíveis à umidade, concentrando-se nos locais mais úmidos. O próprio hábito gregário de ninfas em muitas espécies de percevejos, nas quais a postura é agrupada, relaciona-se à tentativa de auxiliar a captação de umidade atmosférica e proteger contra dessecação (Lockwood & Story 1986). *N. parvus* tem sido reportado sugando tecidos vegetativos, provavelmente para obtenção de água (Panizzi 1988).

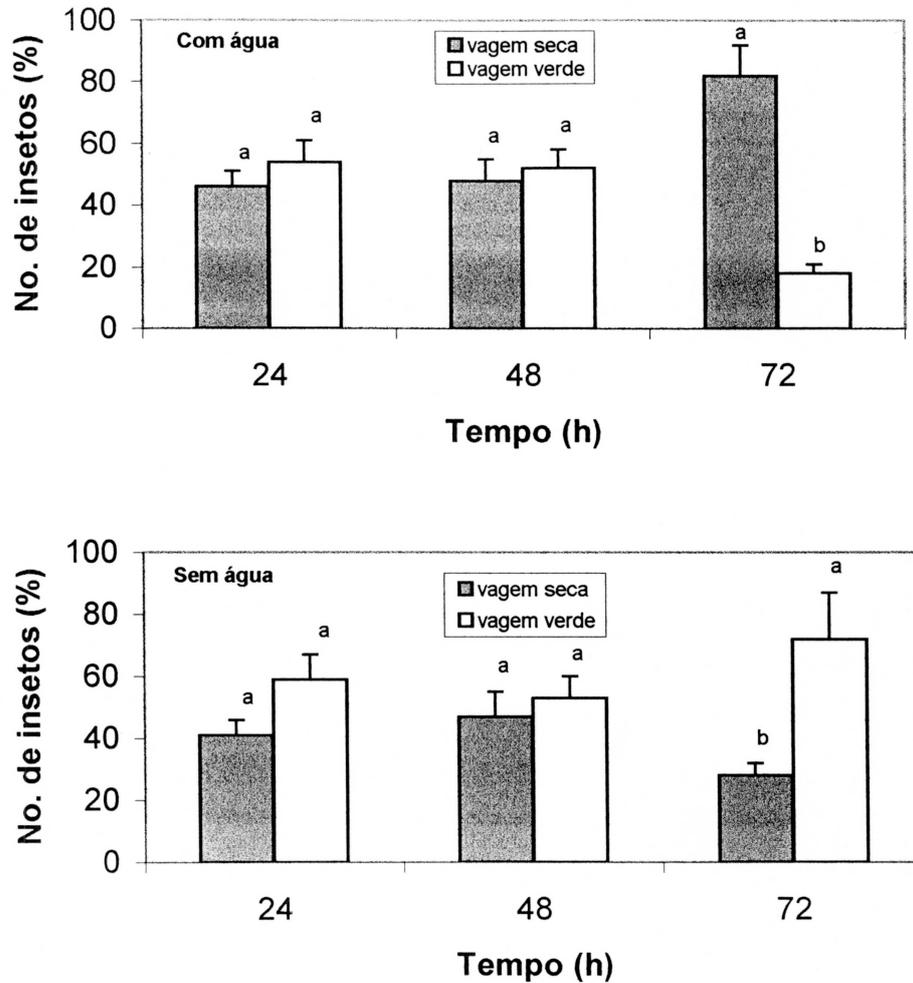


Figura 4. Número (%) médio (\pm EP) de ninfas de *Neomegalotomus parvus* localizadas em vagens maduras ou verdes de guandu em testes com livre chance de escolha do alimento, com ou sem água disponível em períodos diferentes, em placas de Petri, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias (em cada tempo) seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste t ($n = 4$).

3.3.2. Sem Chance de Escolha do Alimento

A duração média das sessões e da maior sessão alimentar foram superiores em sementes de lab-lab (41,0 e 80,0 min) do que em sementes de guandu (26,0 e 47,0 min), soja (27,0 e 44,0 min) e arroz (1 e 2 min) (Fig. 5). Neste último, raramente o inseto estava com o lábio sobre a semente. Entretanto, em relação ao número de sessões, em sementes de feijão, verificou-se número significativamente maior (5,4) do que em lab-lab (3,2) (Tabela 2). Em guandu e soja os valores foram intermediários (4,8 e 4,2, respectivamente) e não diferiram dos resultados verificados com sementes de feijão e lab-lab. Provavelmente, em lab-lab ocorreu um mecanismo de compensação, as ninfas alimentaram-se por mais tempo, porém, realizaram um número menor de sessões. Da mesma forma, no segundo ínstar de *Nezara viridula* (L.), as ninfas alimentam-se por mais tempo e em número menor de vezes do que no terceiro e quarto ínstars (Panizzi 1995).

Não ocorreu relação entre os alimentos preferidos, determinados nos testes com flanges (bainhas alimentares) (Fig. 2) e a frequência e duração das sessões (Fig. 5). Diferentemente, Lye & Story (1988) verificaram que adultos de *Nezara viridula* (L.) realizaram sessões alimentares mais longas e mais frequentes em frutos verdes do que em frutos maduros de tomate. Nos frutos verdes também haviam verificado maior deposição de bainhas alimentares.

Em adultos, verificaram-se diferenças significativas no tempo para localizar os alimentos, sendo de 26,2; 35,5; 56,3 e 96,3 em guandu, feijão, soja e arroz, respectivamente (Tabela 3). Em 43,0% das ocasiões, vagens de guandu foram mais rapidamente localizadas, seguidas pelo feijão (32,0%), pela soja (21,0%) e arroz (4,0%). Características visuais e/ou olfativas nas vagens determinaram diferenças nas respostas dos insetos. Da mesma forma, adultos de *D. koenigii* (F.) apresentaram orientação positiva principalmente para sementes de algodão em comparação a outras plantas hospedeiras (Saxena 1969).

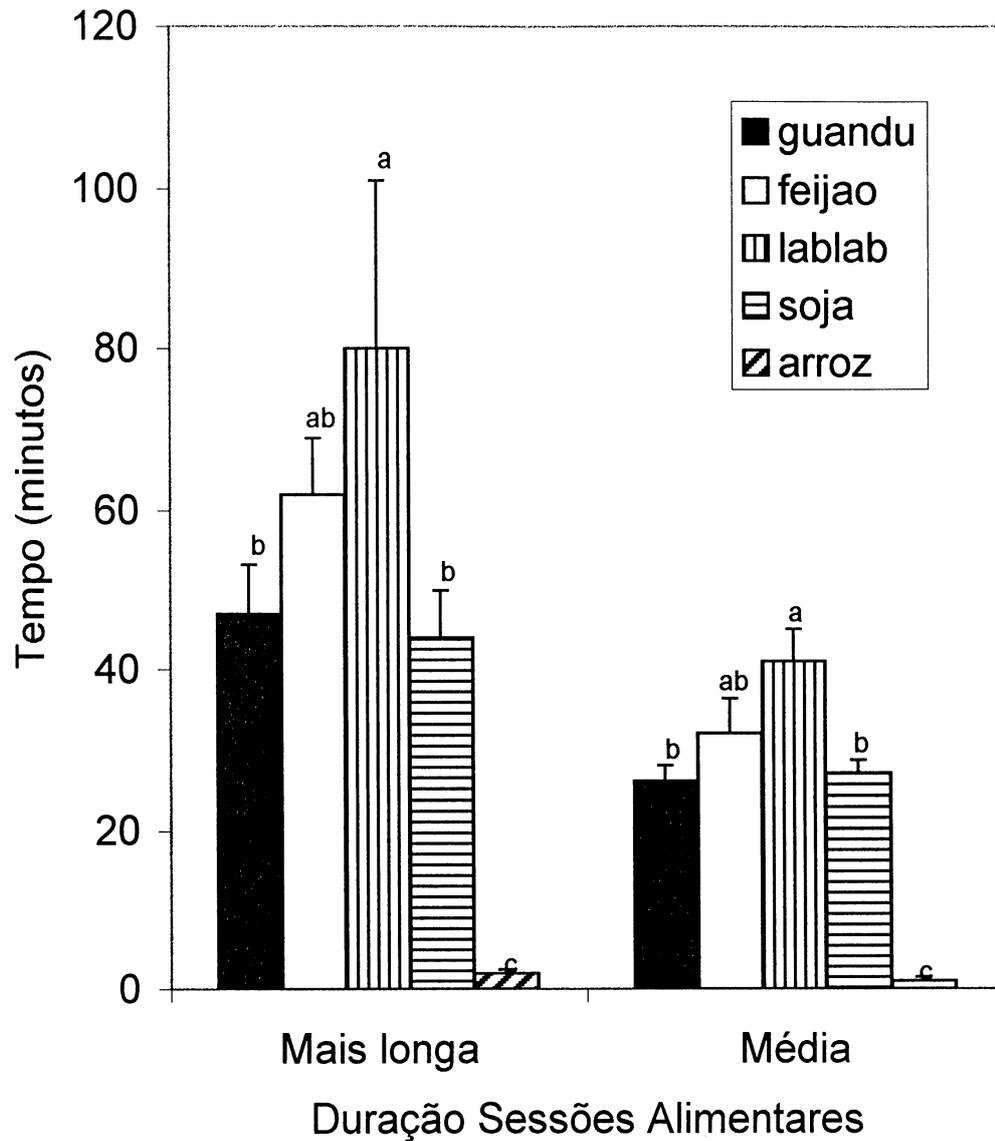


Figura 5. Duração média (\pm EP) e da sessão alimentar mais longa de ninfas de segundo ínstar de *Neomegalotomus parvus* em sementes de diferentes alimentos em experimentos sem chance de escolha, em dez horas de observação, em placas de Petri, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($n = 4$).

Tabela 2. Número médio (\pm EP) de sessões alimentares de ninfas de segundo ínstar de *Neomegalotomus parvus* em diferentes sementes em testes sem chance de escolha, em placas de Petri, em dez horas de observação, em laboratório ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E) (n = 4).

Alimento	Número de sessões ^a
Guandu	$4,8 \pm 0,5$ ab
Feijão	$5,4 \pm 0,5$ a
Lab-lab	$3,2 \pm 0,9$ b
Soja	$4,2 \pm 0,7$ ab
Arroz	$0,1 \pm 0,0$ c

^a Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Tabela 3. Parâmetros comportamentais relacionados à alimentação, avaliados em adultos de *Neomegalotomus parvus*, em duas horas de observação, em testes sem chance de escolha do alimento, em gerbox, em laboratório ($25 \pm 1^\circ \text{C}$, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14:10 L:E) (n = 4).

Parâmetros	Alimento			
	Guandu	Feijão	Soja	Arroz
Tempo de procura (min) ^a	26,2 \pm 7,5 c	35,5 \pm 12,4 bc	56,3 \pm 7,1 b	96,3 \pm 7,1 a
Percentual de ocasiões que o alimento foi localizado primeiramente ^a	43,0 \pm 8,0 a	32,0 \pm 6,0 ab	21,0 \pm 6,0 b	4,0 \pm 2,0 c
Tempo de tateamento (s) ^a	81,0 \pm 12,3 b	102,0 \pm 19,0 ab	137,0 \pm 24,4 a	---
Tempo de prova (min) ^a	5,6 \pm 0,8 b	2,9 \pm 0,8 b	9,4 \pm 1,9 a	---
Percentual de insetos que realizaram prova ^a	100,0 \pm 0,0 a	71,8 \pm 7,0 b	46,0 \pm 12,0 c	10,5 \pm 5,0 d
Tempo de alimentação (min) ^a	35,3 \pm 7,0 a	34,0 \pm 5,0 a	33,5 \pm 8,0 a	---

^a Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

O tempo de tateamento do alimento foi menor em vagens de guandu do que em soja (Tabela 3). Através desta variável, caracterizou-se, também em adultos de *N. parvus*, a resposta diferenciada ao alimento pelo tateamento. Características da superfície da vagem determinam, portanto, respostas mais rápidas para inserção do estilete. Niva & Panizzi (1996) comprovaram o aumento do tempo de tateamento de *N. viridula* em vagens tratadas com cloreto de sódio, em comparação àquelas tratadas com água. Além de características químicas, a pilosidade das vagens de soja pode estar relacionada ao maior tempo de tateamento em relação ao feijão e guandu que possuem vagens glabras.

O tempo de prova foi maior em vagens de soja (9,4 min) do que em vagens de guandu (5,6) e feijão (2,9) (Tabela 3). Embora o tempo de prova possa estar caracterizando respostas diferentes à composição do alimento, existe também a possibilidade desta característica estar relacionada à dureza da vagem ou da semente. Tempos diferenciados de prova, em resposta à dureza do substrato alimentar, foram verificadas para o coreídeo *Anasa tristis* (De Geer), alimentando-se em folhas de Cucurbitaceae (Bonjour *et al.* 1991).

Em guandu, 100% dos insetos realizaram prova (Tabela 3), enquanto que, em feijão, soja e arroz, os valores foram 71,8; 46,0 e 10,5%, respectivamente. Da mesma forma, sementes de algodão determinaram respostas maiores de *D. koenigii* no percentual de indivíduos com atividade alimentar inicial (“extensão da probóscide”) e continuada (introdução dos estiletos na dieta e ingestão do alimento) (Saxena 1969).

Assim como os resultados obtidos com preferência de ninfas por sementes, não foram verificadas diferenças estatísticas entre o tempo de alimentação em vagens de guandu, feijão e soja (ca. 34,0 min.) (Tabela 3).

3.3.3. Morfologia de Sensilos do Ápice do Lábio

Verificou-se 12 sensilos em forma de cavilha em cada um dos dois lóbulos na extremidade do lábio (Fig. 6A). No ápice dos sensilos ocorreu acúmulo de nitrato de prata, caracterizando a permeabilidade da cutícula (Fig. 6B). Sensilos com estas características são classificados como gustativos (Frazier 1985). Este tipo de sensilo foi estudado em relação à sua morfologia e funcionalidade em Heteroptera, tais como, *D. intermedius* (com 12 sensilos em cada lóbulo do ápice do lábio) (Gaffal 1981); *L. ineolaris* (11) (Avé *et al.* 1978, Hatfield & Frazier 1980), *Oxycarenus laetus* Kirby (10) (Raman 1988); e também em Homoptera tais como *P. myricae* (7) (Walker 1987, Walker & Gordh 1989) e *Nilaparvata lugens* Stål (12) (Foster *et al.* 1983).

Em conclusão, ninfas e adultos de *N. parvus* responderam ao estímulo alimentar e atingiram os alimentos usando pistas visuais e ou olfativas e mostrando tateamento/antenação e comportamento de prova. A preferência e resposta positiva aos estímulos foram, de maneira geral, mais contundentes em vagens e sementes de guandu do que nos outros alimentos testados. Resultados mostraram também que a preferência alimentar foi influenciada pela densidade de ninfas e pelo fornecimento de água e que, nos alimentos preferidos, os insetos não mostraram maior frequência e duração da atividade alimentar. Sensilos com provável função gustativa foram verificados no ápice do lábio.

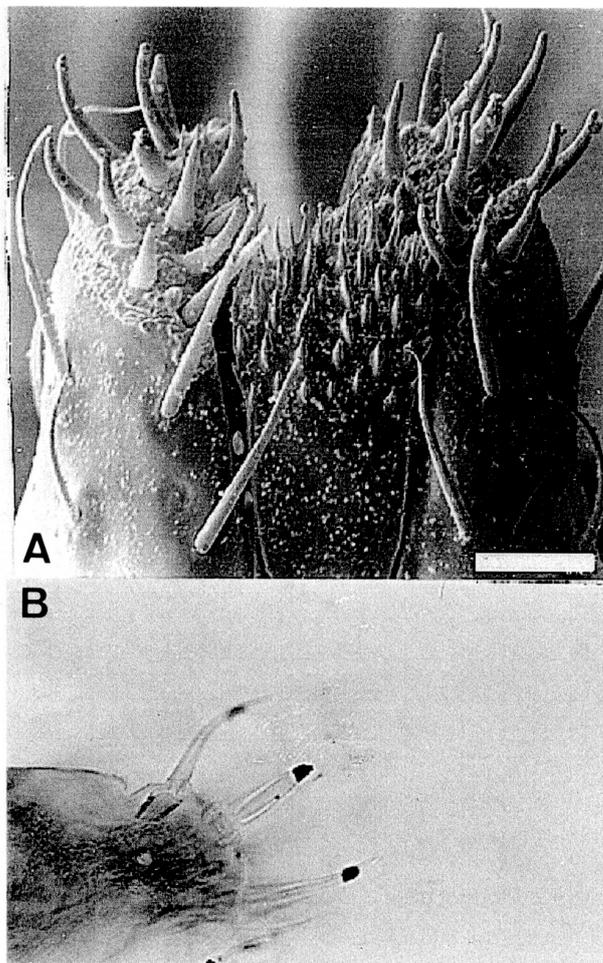


Figura 6. (A) Sensilos do ápice do lábio de ninfas de *Neomegalotomus parvus*. Micrografia ao MEV (barra = 10 μ m). (B) Sensilos do ápice do lábio de adultos de *Neomegalotomus parvus* após coloração. Áreas escuras nas extremidades dos sensilos correspondem a nitrato de prata (1000X).

CAPÍTULO 4

4. COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO EM *NEOMEGALOTOMUS PARVUS* (WEST.) (HEMIPTERA: ALYDIDAE): RITMO DIÁRIO E ESCOLHA DO SÍTIO

4.1. Introdução

O percevejo *Neomegalotomus parvus* (West.) é uma espécie praga de leguminosas como o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e soja [*Glycine max* (L.) Mer.]. Com a expansão destas culturas agrícolas na região centro-oeste do Brasil, sua importância tem crescido (Panizzi 1997).

Estudos relativos à biologia de *N. parvus* foram realizados com várias plantas hospedeiras (Panizzi 1988, Santos & Panizzi 1998b). Em relação ao comportamento de oviposição, Panizzi *et al.* (1996) estudaram os locais de deposição de ovos em plantas de soja, comparando folhas vs. vagens e nas folhas, superfícies adaxial vs. abaxial, e região mais interna vs. externa. Em laboratório, verifica-se que os insetos ovipositam preferencialmente em frestas. Assim, observa-se que preferem colocar os ovos entre as sementes fornecidas como alimento; sobre os cadáveres de insetos mortos, nos espaço entre duas pernas (e.g., mediana e posterior); ou ainda em frestas nos frascos de alimentos ou água. Em vagens de guandu, no campo ou em laboratório, observou-se que a postura foi feita preferencialmente nas depressões da vagem entre as sementes (M.U. Ventura, dados não publicados).

Para esclarecer como *N. parvus* localiza essas depressões para a postura, foram conduzidos estudos para verificar a influência de órgãos relacionados à seleção hospedeira na escolha destes locais; estudou-se a ocorrência de ritmos de oviposição para determinar o horário em que os insetos depositam a maioria dos ovos; fêmeas foram observadas para se verificar a seqüência de comportamentos que desencadeiam a oviposição; observou-se a presença e a morfologia de sensilos no ovipositor.

4.2. Material e Métodos

Os bioensaios foram conduzidos em câmaras climatizadas ($25 \pm 1^\circ \text{C}$, UR $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo 12:12 L:E). Insetos provenientes da criação na Embrapa-Soja, no distrito da Warta, em Londrina - PR., foram mantidos com vagens e sementes de guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. As fêmeas estavam no período de oviposição (10 dias após a emergência).

4.2.1. Influência dos Órgãos Sensoriais na Postura

Com o objetivo de verificar a influência dos órgãos sensoriais do abdome, antenas, tarsos e dos olhos na seleção do local para oviposição, foram bloqueados sensilos das estruturas, da seguinte forma:

Estruturas				
Tratamento	Antenas	Tarsos	Olhos	Abdome
A	X	S	S	S
B	S	X	S	S
C	S	S	X	S
D	S	S	S	X
E	X	X	X	X
F	S	S	S	S

X = Bloqueamento dos sensilos com goma laca e dos olhos com tinta preta.

S = Sem bloqueamento.

As fêmeas, inclusive aquelas do tratamento testemunha, foram mantidas em congelador (- 12° C) durante cinco minutos para diminuir a atividade. Utilizou-se goma laca para bloqueamento dos sensilos (Levin & Anfinogenova 1981) e tinta de resina acrílica preta (Mr. Color, Gunze Sangyo, Japão) para vedação dos olhos (Numata *et al.* 1986). Para cada tratamento foram utilizados cinco casais por gaiola, com cinco repetições, mantidos em caixas de acrílico do tipo “gerbox” (12,0 x 12,0 x 3,8 cm). Dez vagens maduras de guandu foram fornecidas como alimento, além de água em algodão hidrófilo. Setenta e duas horas após a instalação do experimento, avaliou-se o número de ovos depositados nas depressões das vagens (espaço externo entre as sementes) e em outros locais.

4.2.2. Ritmo de Oviposição

Casais foram individualizados em caixas do tipo “gerbox” contendo sementes de guandu e água (n = 30). Os ovos foram contados a cada 2 horas, das 6 às 18 h. O bioensaio foi repetido durante cinco dias seguidos, sendo cada dia considerado uma repetição. Insetos mortos foram substituídos por indivíduos com a mesma idade e condição ambiental.

4.2.3. Observação do Comportamento de Oviposição

Em um canto de caixa do tipo “gerbox” foi colocada uma fêmea e no centro da caixa uma vagem madura de guandu. As fêmeas foram observadas no período em que se constatou a maior deposição de ovos (item 4.1.2), verificando-se e descrevendo-se os comportamentos (n = 30).

4.2.4. Sensilos do Ovipositor

Utilizando-se microscópio estereoscópio, observou-se e fotografou-se o ovipositor, expondo-o através de pressão feita por pinça no abdome. Ovipositores foram dissecados e fixados em suportes para microscopia eletrônica (“stubs”) com fita adesiva dupla face, cobertos com ouro e observados em

microscópio eletrônico de varredura (MEV) Zeiss mod. DMS 940. Para verificar a ocorrência de pontos permeáveis nos sensilos, característicos de sensilos gustativos, foram realizadas preparações com nitrato de prata (Peregrine 1972a e item 3.1.3).

4.2.5. Delineamento Experimental e Análise Estatística

Para os experimentos com influência dos órgãos sensoriais na postura e ritmo de oviposição, realizou-se análise de variância e teste de Duncan ($P < 0,05$) para comparação das médias. Dados percentuais do experimento com influência dos órgãos sensoriais na postura foram transformados utilizando-se a constante $\text{arc sen } (x/100)^{1/2}$.

4.3. Resultados e Discussão

4.3.1. Influência dos Órgãos Sensoriais na Postura

Não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos para os percentuais de ovos colocados em depressões da vagem de guandu (Fig. 1). Desta forma, descartou-se a hipótese de que os olhos, antenas, abdome ou tarsos sejam determinantes na escolha das depressões como sítio de oviposição. Em todos os tratamentos verificou-se que, embora um percentual dos ovos não tenha sido depositado nas depressões, os insetos sempre tenderam a escolher estes locais. Desta forma, assim como foi verificado para *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) (Justus & Mitchell 1996), a presença de frestas não é imprescindível para a oviposição em *N. parvus* mas é o local preferido. A escolha de depressões para deposição dos ovos, provavelmente, tenha evoluído para permitir maior proteção a este estágio. Em *Riptortus dentipes* F. (Alydidae), a postura é feita na base das vagens ou no pedúnculo marrom das vagens, assim, os ovos ficam escondidos (Aina 1975). Em *R. linearis* (F.), 3 e 14% dos ovos foram colocados nos ramos e nas inflorescências, respectivamente, locais onde dificilmente são visualizados

(Talekar *et al.* 1995). Massas de ovos de *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Noctuidae) geralmente são colocadas em depressões, no lado da nervura central de folhas, ou em rugas em folhas mortas (Chadha & Roome 1980).

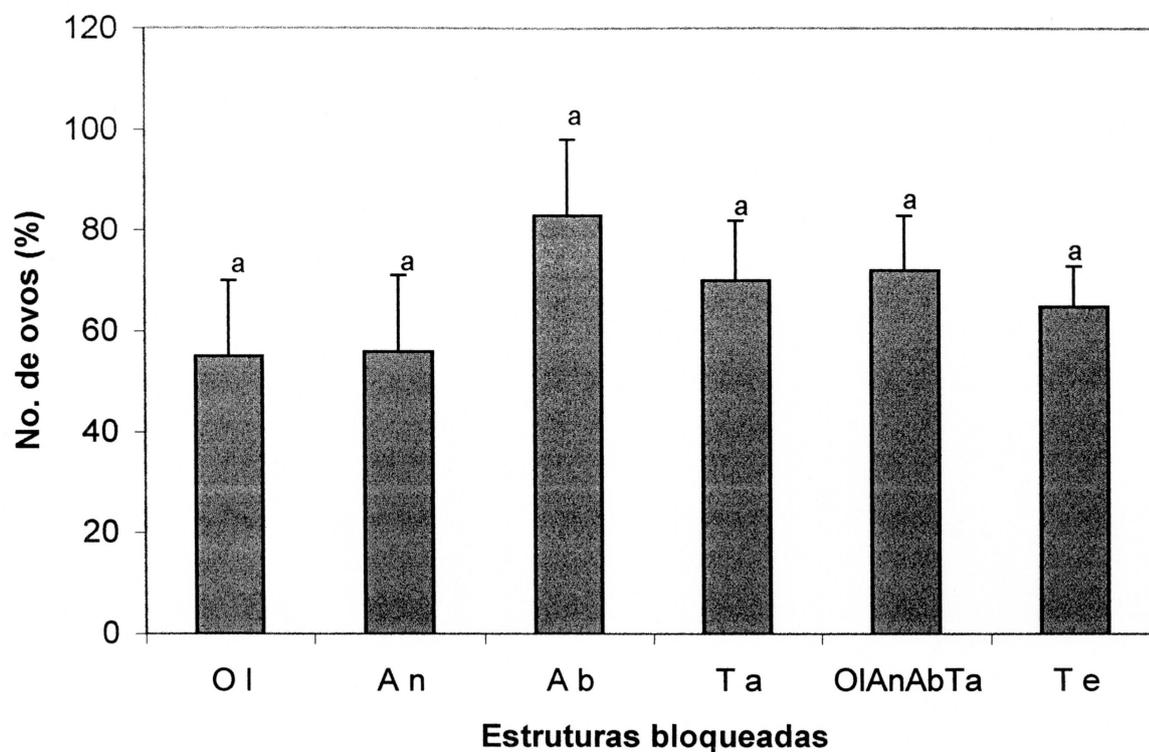


Figura 1. Percentagem média (\pm EP) de ovos colocados em depressões de vagens de guandu, *Cajanus cajan*, por *Neomegalotomus parvus* que tiveram órgãos relacionados à seleção hospedeira bloqueados por aplicação de goma laca ou tinta preta ($27 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 12:12 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($n = 5$). OI = olhos; An = antenas; Ab = abdome; Ta = tarsos; Te = testemunha.

4.3.2. Ritmo de Oviposição

As oviposições em *N. parvus* ocorreram principalmente a partir das 14 horas, concentrando-se, portanto, no período vespertino (Fig. 2). O maior número de ovos foi constatado no intervalo entre 16 as 18 horas e o menor, do período diurno, no intervalo das 10 as 12 horas. Ciclo diurno de oviposição também foi verificado para o pentatomídeo *Thyanta pallidovirens* (Stål) (Schotzko & O’Keeffe 1990) e para o alidídeo *R. clavatus* Thunb. (Numata & Matsui 1988). Para estes insetos, apesar de terem sido mantidos em fotoperíodos diferentes do utilizado neste trabalho, a oviposição também foi maior no período vespertino.

4.3.3. Observação do Comportamento de Oviposição

Os principais passos e sua seqüência no comportamento de oviposição foram descritos e englobam desde a locomoção em direção à vagem até a deposição dos ovos (Fig. 3). Os comportamentos selecionados estão apresentados nas Figs. 4a–f. Antes do contato com a vagem, o inseto realiza comportamentos que também estão relacionados à localização do alimento. A fêmea que inicialmente está parada (Fig. 4a), movimenta as antenas alternadamente para baixo e para cima (Fig. 4b). Em *P. xylostella*, o movimento das antenas é de rotação (Justus & Mitchell 1996). Apesar da diferença nos movimentos, é provável que a função seja a mesma, para permitir a ampliação do volume de ar e criar vórtice de vento ao redor da antena, facilitando o contato com moléculas odorantes (Justus & Mitchell 1996).

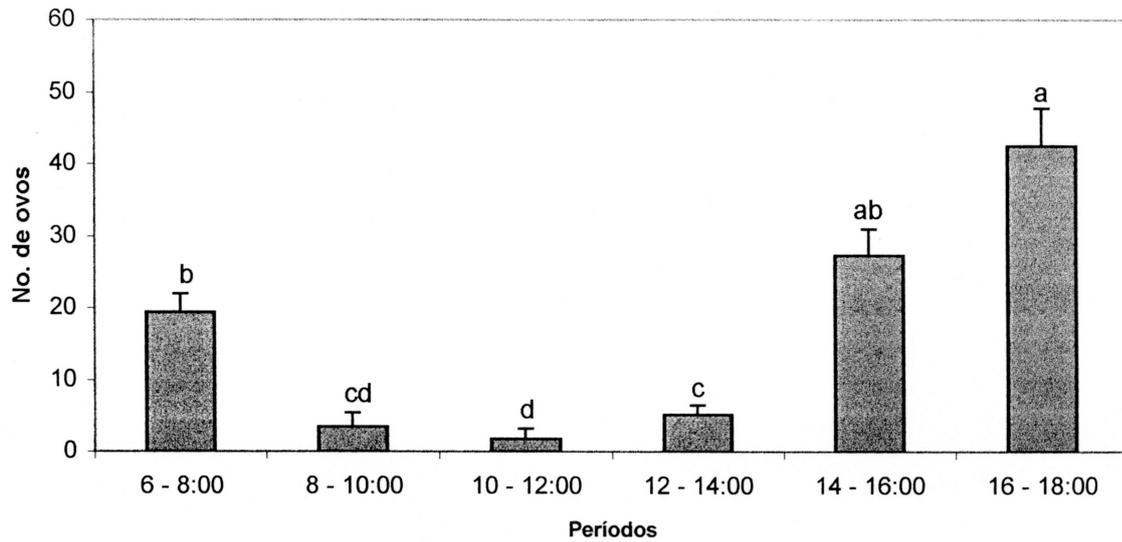


Figura 2. Número médio (\pm EP) de ovos depositados por *Neomegalotomus parvus* em diferentes períodos em vagens de guandu ($27 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo 12:12 L:E). Médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan ($N = 5$).

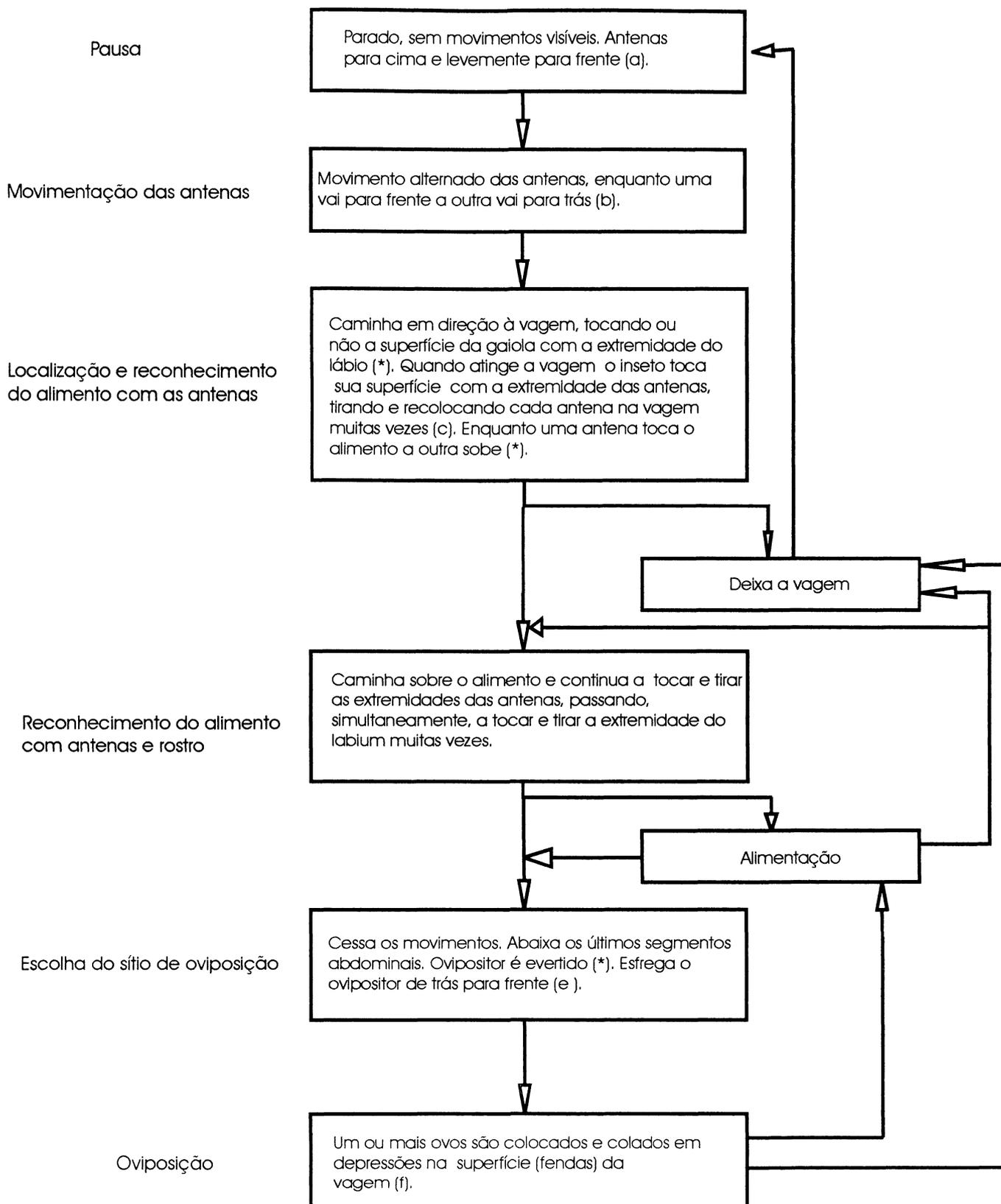


Figura 3. Descrição da seqüência de comportamentos executados por fêmeas de *Neomegalotomus parvus* para oviposição. (*) Comportamentos agrupados como outros no etograma pictorial (n = 30).

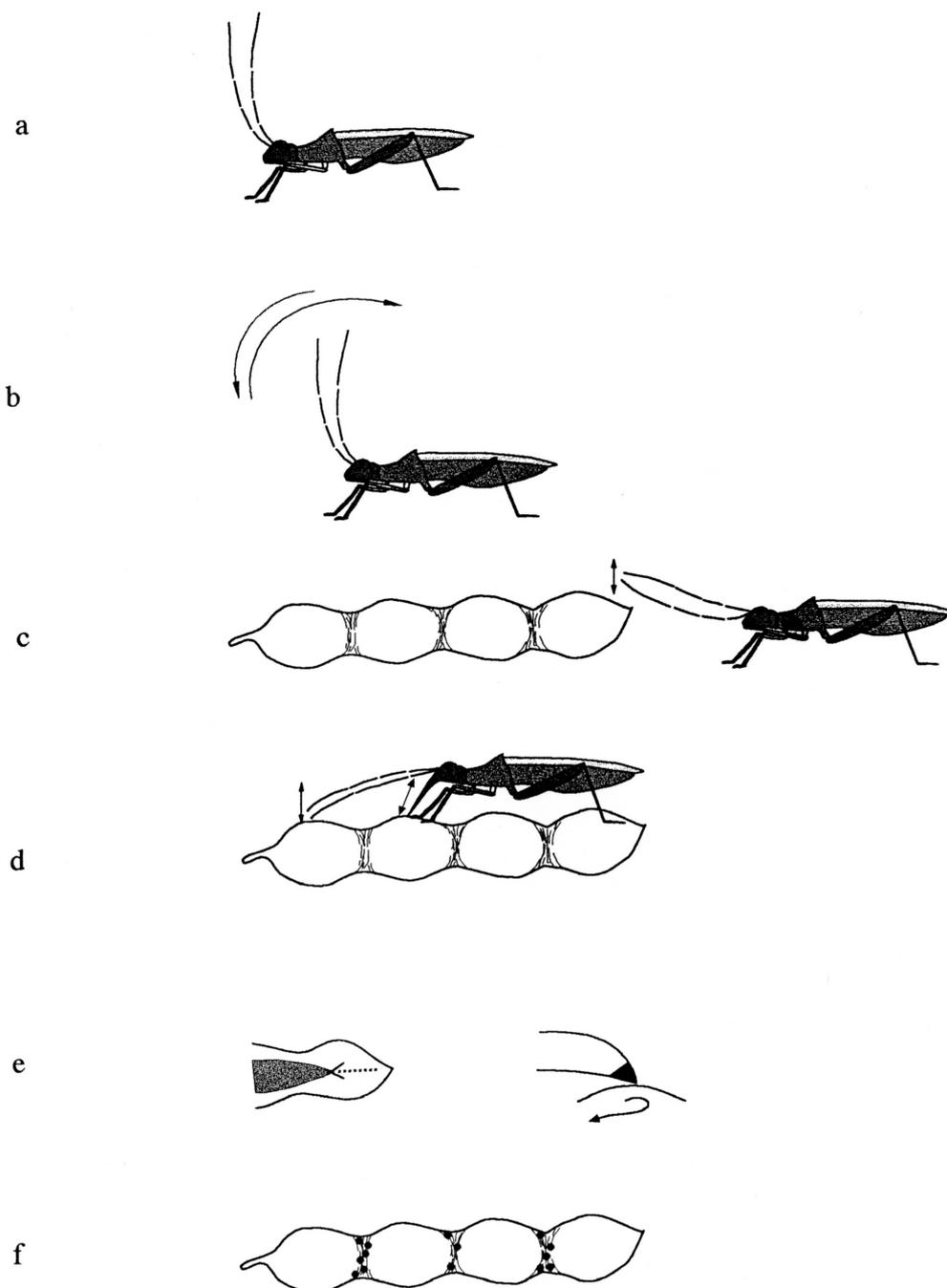


Figura 4. Comportamentos relacionados à escolha do sítio de oviposição por *N. parvus*. A. Pausa; B. Movimentação das antenas; C. Antenação - vagem é tocada com as extremidades das antenas e do rostro; D. Tateamento/antenação - vagem é tocada com as extremidades do rostro e da antena; E. Ovipositor é esfregado de trás para frente; F. Ovos são colados nas frestas das vagens (n = 30).

A seguir, é realizado o tateamento, inicialmente com as antenas e, posteriormente, com antenas e rostro (Fig 2c e d). Este comportamento é denominado de “exploração da superfície da planta” (Backus 1988). Em Heteroptera, o tateamento e o movimento das antenas também estão relacionados à escolha do alimento (Capítulo 3 e as referências Miles 1958, Hatfield & Frazier 1980) não sendo específicos na escolha do sítio de oviposição. O tateamento com as extremidades das antenas (antenação) também foi verificado para *P. xylostella* (Justus & Mitchell 1996) e *C. partellus* (Chadha & Roome 1980).

Continuando, o ovipositor é evertido e esfregado sobre a superfície da vagem (Fig. 4e), desencadeando a oviposição. Portanto, a escolha do sítio de oviposição está relacionado a este comportamento, que é específico. Além de esfregar o ovipositor na superfície da vagem, pode também fazê-lo em outros locais. Na vagem, a realização destes movimentos, condiciona a oviposição rapidamente (3 a 4 vezes). Em outras superfícies, principalmente lisas, como nos recipientes de criação, as fêmeas esfregam o ovipositor muitas vezes (ca. 100 vezes) e, normalmente, não ovipositam. A capacidade de escolha do local de colocação dos ovos, provavelmente, é dada por mecanorreceptores localizados no ovipositor (Figs. 5A e 5B).

Em soja, Panizzi *et al.* (1996) verificaram que as posturas de *N. parvus* são realizadas principalmente nas folhas. Entretanto, em guandu os ovos são depositados nas vagens (M.U. Ventura, dados não publicados). É provável que as depressões nas vagens de soja não sejam suficientemente conspícuas para ativar o mecanismo dos sensilos e desencadear a oviposição. Também em feijoeiro a postura ocorre principalmente nas folhas (Yokoyama 1998). Assim como na soja, as depressões nas vagens de feijão são menos conspícuas do que em guandu. Em soja, a superfície abaxial das folhas é preferida em relação à adaxial (Panizzi *et al.* 1996). É provável que a maior saliência das nervuras nesta superfície determine a escolha deste sítio. Em *Leptocorisa acuta* (Thunberg) (Alydidae), a deposição dos ovos foi feita em filas, muito próxima à nervura central, na superfície adaxial (Rai

1981). Outros insetos que colocam seus ovos em depressões ou rugas também esfregam o abdome no substrato, como *P. xylostella* e *C. partellus* (Chadha & Roome 1980).

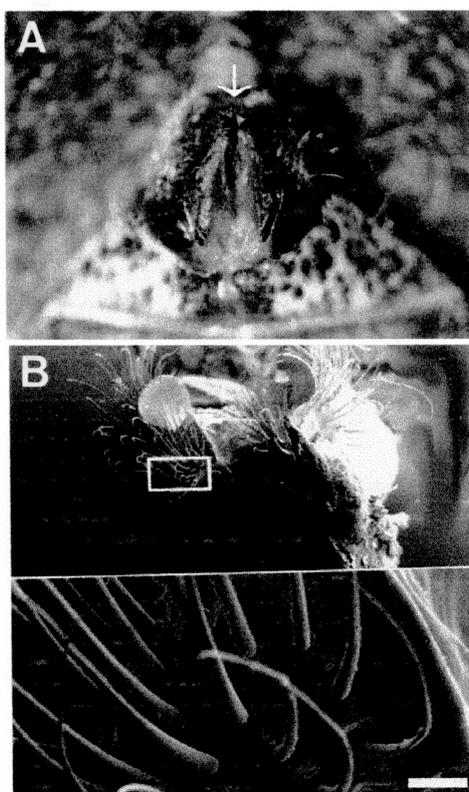


Figura 5. (A) Vista ventral do ovipositor evertido (pinça fazendo pressão sobre o abdome) de *Neomegalotomus parvus*, com sensilos na extremidade distal (69 X). (B) Sensilos mecanorreceptores localizados no ovipositor de *Neomegalotomus parvus* através dos quais é possível a identificação de depressões como sítios de oviposição (Barra = 12 μ m). Micrografia ao MEV.

Os ovos são colocados e ficam aderidos à superfície pela ação de uma substância adesiva. O depósito de substância adesiva juntamente com os ovos para sua aderência à superfície ocorre também em outros alidídeos, e.g. *L. oratorius* (Fabricius), *L. acuta* (Cobblah & Den Hollander 1992) e *R. dentipes* (Aina 1975).

4.3.4. Sensilos do Ovipositor

O ovipositor evertido de *N. parvus* é mostrado na Fig. 5A. Observa-se a presença de sensilos na sua extremidade distal. Ao MEV, verificou-se a presença de sensilos longos, em forma de cerda, com soquetes flexíveis com provável função de mecanorreceptores (Fig. 5B) (Frazier 1985). Não foram detectadas deposições de nitrato de prata nos sensilos do ovipositor em observações feitas em microscopia óptica, descartando-se a possibilidade de senso gustativo (ver tabela 1, capítulo 1). Quando uma saliência é encontrada, provavelmente estes sensilos sofreriam pressão diferenciada, sendo estimulados, o que permitiria a percepção de depressões. Em *C. partellus*, sensilos do mesmo tipo, no ovipositor, foram sugeridos como meios de localização de depressões para deposição de ovos. *C. partellus* e *Spodoptera littoralis* (Boisd.), além de utilizarem estes sensilos para localização do sítio de oviposição, também os utilizam para ordenar os ovos em fileiras (Chadha & Roome 1980). Nestes insetos, no ovipositor, ainda ocorre a presença de sensilos com função de quimiorreceptores. Em Heteroptera, a seleção para oviposição normalmente é feita após a seleção do alimento pela fêmea (Figs. 4 a-f) porque os adultos apresentam os mesmos hábitos alimentares das ninfas; em consequência, a oviposição ocorre preferencialmente nos substratos alimentares das fêmeas. A percepção química de contato do hospedeiro para alimentação é realizada através do tateamento e prova que são realizados antes da atividade alimentar (Capítulo 3).

Os dados obtidos, acrescidos às observações realizadas, demonstraram que as fêmeas de *N. parvus* apresentam ritmo diário de oviposição, concentrando a deposição dos ovos no período

vespertino. Os ovos são preferencialmente depositados nas depressões das vagens de guandu; a escolha das depressões nas vagens entre os grãos de guandu, é feita através de movimentos repetitivos com o ovipositor de trás para frente, onde estão localizados mecanoreceptores que determinam a escolha do local de deposição dos ovos.

CAPÍTULO 5

5. EVIDÊNCIAS MORFOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS DO SENSO OLFATIVO NA SELEÇÃO DA PLANTA HOSPEDEIRA EM *NEOMEGALOTOMUS PARVUS* (WEST.)

5.1. Introdução

Estudos em ecologia química de Heteroptera têm sido realizados principalmente com relação a respostas por coespecíficos (Aldrich 1988). Poucas espécies foram estudadas em relação a odores de plantas hospedeiras (Feir & Beck 1963, Saxena 1969, Pantle & Feir 1976, Dickens *et al.* 1995).

A percepção olfativa em insetos fitófagos ocorre nas espécies adaptadas evolutivamente a determinadas plantas (Visser 1986). Os percevejos da família Alydidae apresentam estreita relação com plantas leguminosas (Schaefer 1980, Schaefer & Mitchell 1983). Desta forma, é provável a atração olfativa de alidídeos para plantas desta família. Vagens e sementes (principalmente secas) de guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., dentre várias outras espécies, destacam-se como alimentos favoráveis para o desenvolvimento de *Neomegalotomus parvus* (West.) (Panizzi 1988, Santos & Panizzi 1988b, Ventura & Panizzi 1997).

Estudou-se a ocorrência de evidências morfológicas e comportamentais do senso olfativo em *N. parvus*. Inicialmente, observou-se a morfologia e distribuição dos sensilos nas antenas. Através de microscopia, procurou-se detectar áreas com orifícios nos sensilos antenais e pontos permeáveis na cutícula dos sensilos. Parâmetros comportamentais foram avaliados com e sem movimentação de ar. Nos experimentos sem movimentação de ar, foi estudada a importância das antenas, na localização do alimento. Com movimentação do ar estudaram-se respostas a odores de plantas e de feromônios.

5.2. Material e Métodos

5.2.1. Insetos

Os insetos foram criados conforme descrito no capítulo 3. Os adultos, após a emergência, foram separados e confinados em recipientes até a utilização nos testes (uma semana após). Nos bioensaios com alimentos (vagens), os insetos foram mantidos com água (em algodão hidrófilo) e sem alimento durante 48 h antes dos testes.

5.2.2. Morfologia dos Sensilos das Antenas

Antenas de adultos foram dissecadas utilizando-se pinça e tesoura de ponta fina. As peças foram montadas em suportes para microscopia de varredura (“stubs”). Para a montagem, utilizou-se fita adesiva de dupla face. O material foi coberto com ouro e observado em microscópio eletrônico de varredura (MEV) Zeiss mod. DMS 940. Os sensilos foram observados em relação à presença de orifícios visíveis externamente e classificados de acordo com Frazier (1985). Antenas foram tratadas com nitrato de prata (0,1%) por 30 minutos no escuro para verificação de pontos permeáveis na cutícula (Peregrine 1972a e item 3.1.3).

5.2.3. Respostas Olfativas

Numa caixa do tipo “gerbox” (12,0 x 12,0 x 3,8 cm) foram colocados um adulto e uma vagem de guandu, no canto oposto. Os insetos foram observados durante 180 min., verificando-se o tempo para localizar o alimento, a distância total percorrida e a percentagem de insetos que o localizaram ($23 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$). Para os insetos que não atingiram o alimento, considerou-se o tempo de 180 min. Para determinação da distância total percorrida, utilizou-se papel quadriculado no qual desenhou-se o trajeto realizado pelo inseto. Ao término do experimento, determinou-se a distância total percorrida

(cm) com um curvímeter (ASI, Suíça). Os tratamentos utilizados foram adultos intactos, com antenas amputadas e com antenas bloqueadas com goma laca (Levin & Anfinogenova, 1981). Os insetos, inclusive de tratamentos testemunha, foram mantidos em congelador (-12° C), durante 5 minutos, para reduzir sua atividade antes de serem manipulados. Utilizando-se pincel de ponta fina, aplicou-se goma laca na antena para bloqueamento dos sensilos e tinta de resina acrílica preta (Mr. Color, Sangyo, Japão) para vedação dos olhos (Numata *et al.* 1986) (N = 100). Foram utilizadas quatro repetições com 25 insetos cada.

Instalou-se teste de preferência para adultos fornecendo-se sementes de guandu maduras e sementes de guandu vedadas com “parafilm”. Utilizou-se, como arena, uma placa de Petri de 12 cm de diâmetro forrada com papel filtro. Foram utilizados machos e fêmeas intactos ou com antenas que tiveram o último segmento de cada antena bloqueado com goma laca. Durante 60 minutos, verificou-se o comportamento dos insetos avaliando-se o primeiro alimento visitado ($25 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$) (n = 100).

Para verificar a atratividade dos insetos para alimentos e feromônio com movimentação do ar em laboratório, construiu-se um olfatômetro, adaptado do modelo proposto por Prokopy *et al.* (1995). Uma caixa de vidro (42 x 40 x 5 cm) foi subdividida em 10 canaletas abertas nas duas extremidades. Em uma extremidades de cada uma das canaletas foram colocadas as fontes de estímulo, isoladas por uma tela de plástico. Atrás da fonte de estímulo colocou-se carvão ativado para filtragem do ar. A movimentação do ar foi conseguida através de um ventilador que impulsionou o ar para as canaletas (Fig. 1). Utilizando-se 2 ml de ácido clorídrico e 2 ml de amônia, colocados separadamente em copos de Becker, na frente do local de deposição da fonte de estímulo, produziu-se fumaça branca. Através da observação da fumaça sobre fundo preto, determinou-se o formato da pluma de ar e a velocidade (0,39 m/s). Para cada canaleta com a fonte de estímulo, deixava-se outra do lado sem estímulo, assim, 50% das canaletas tinham estímulo e as demais foram utilizadas como controle. Os insetos foram colocados

do lado oposto da fonte de estímulo. Após um período de adaptação de 15 minutos em que foram mantidos presos entre duas tampas de plásticos (diâmetro de 2,5 cm), retirou-se a tampa superior para liberação. Durante 60 minutos, os insetos foram observados, atribuindo-se resposta positiva aos que atingiam a tela da fonte de estímulo e resposta negativa aos que se deslocaram para o lado oposto da fonte de estímulo. Avaliou-se também o tempo de resposta, positiva ou negativa. As fontes de estímulo foram vagens verdes (100 insetos), maduras (160) e extratos hexânicos (160) de vagens maduras de guandu, panículas de arroz (*Oryza sativa* L.) (120) e o feromônio sintético da espécie extraído de machos (hexil butirato + hexil valerato + hexil hexanoato) (W. Leal & A.R. Panizzi, dados não publicados). Nos testes com alimentos, testaram-se machos e fêmeas conjuntamente e, para feromônios, foram testados machos (240) e fêmeas (240) separadamente. O total de insetos para cada tratamento foi dividido em 4 ocasiões, perfazendo as repetições. O extrato foi preparado embebendo as vagens em hexano (3 g vagens/10 g extrato) por 24 h a 25° C (Prokopy *et al.* 1995). Após a realização de cada bioensaio, o olfatômetro e arenas foram lavados com água, detergente e, posteriormente, com álcool etílico.

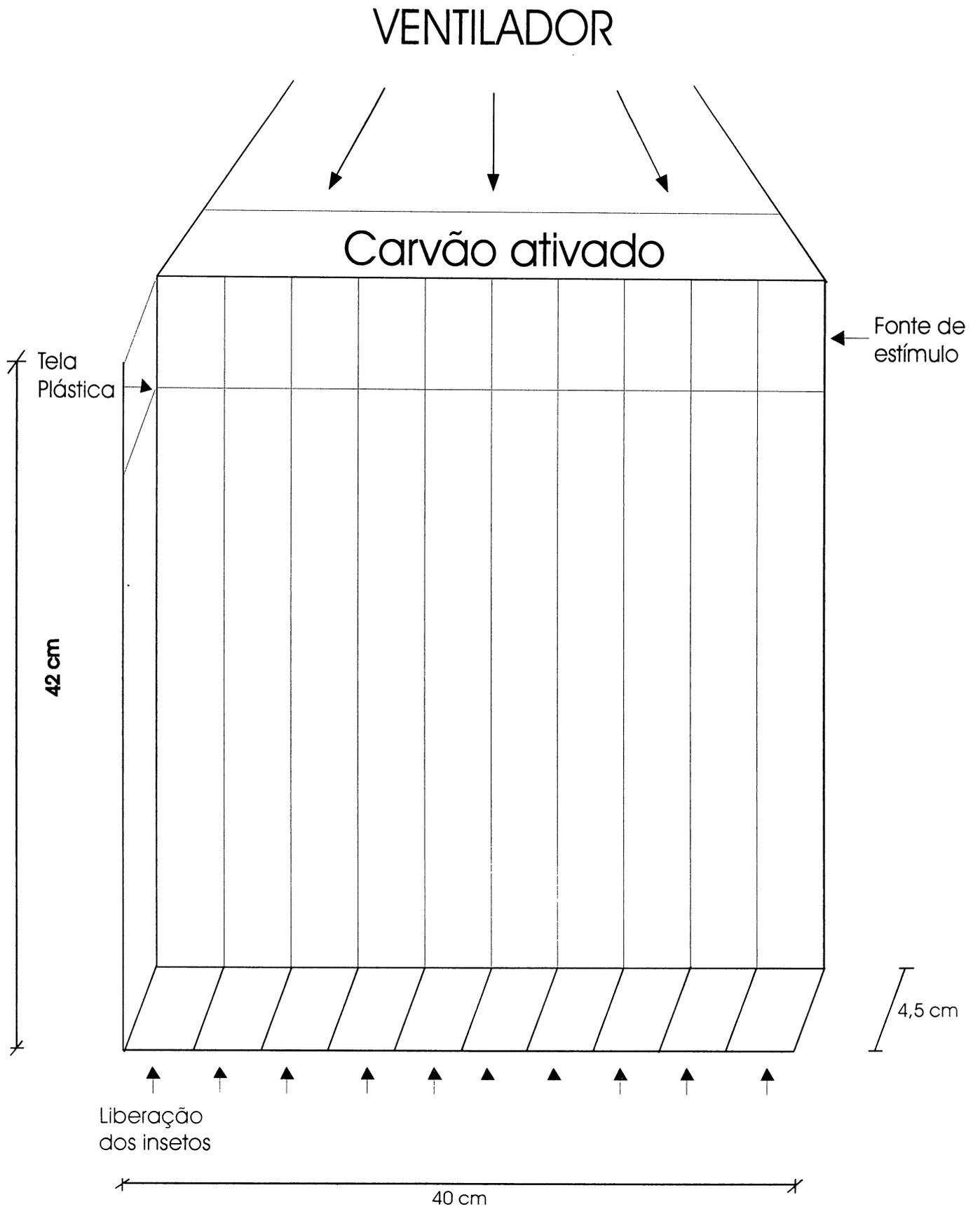


Figura 1. Esquema de olfatômetro utilizado na discriminação olfativa de *Neomegalotomus parvus*.

5.2.4. Análise Estatística

Para o estudo da preferência por sementes vedadas ou não com “parafilm”, tendo ou não as antenas bloqueadas foi realizado estudo completo de tabelas de contingência com $R \geq 2$ amostras independentes e $C \geq 2$ classes (Curi 1997). Neste estudo, foram testadas três hipóteses de nulidade: H_{01} : Não existe associação entre multinomiais (tratamentos) e classes (resposta); H_{02} : Não existe diferença entre as proporções das multinomiais em cada uma das classes; H_{03} : Não existe diferença entre as proporções das classes dentro de cada multinomial. O mesmo estudo foi realizado para as proporções de insetos com antenas vedadas, amputadas ou normais que localizaram o alimento (sucesso), considerando apenas as duas primeiras hipóteses. Para as variáveis tempo para localizar o alimento e distância total percorrida, utilizou-se teste de Duncan ($P \leq 0,05$). Para os testes de atratividade em olfatômetro utilizou-se o teste t ($P \leq 0,05$).

5.3. Resultados e Discussão

5.3.1. Morfologia dos Sensilos das Antenas

Antenas de machos e fêmeas de *N. parvus* possuem quatro artículos, sendo que o tamanho e a distribuição dos sensilos é semelhante nos dois sexos. A antena dos machos é um pouco maior que a das fêmeas, o que é determinado pelo maior comprimento do último artículo nos machos. A densidade de sensilos é crescente do primeiro para o último antenômero. Nos três primeiros segmentos, a superfície das antenas apresenta-se com estruturas irregulares semelhantes a escamas. Nestes antenômeros, ocorrem sensilos em forma de cerda, com a base em soquete flexível (Fig. 2A) e com a extremidade em bisel (Fig. 2B). Não se verificou acúmulo de nitrato de prata na extremidade distal. A superfície destes sensilos é estriada. A inserção do sensilo em soquete flexível é característica de mecanoreceptores (Frazier 1985). Em *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) (Lygaeidae) constatou-se dois

dendritos na base de sensilos com soquete flexível, caracterizando de forma mais evidente a função mecanorreceptiva (Harbach & Larsen 1976). Em *O. fasciatus* e *Lygaeus kalmii* Stål ocorrem estrias em sensilos similares, que também são menos abundantes nos segmentos basais (Slifer & Sekhon 1963, Harbach & Larsen 1976).

No segmento apical a densidade de sensilos foi maior do que nos demais (Fig. 2C). No quarto antenômero, foram observados sensilos semelhantes àqueles constatados nos três primeiros segmentos. Além destes, sensilos com características morfológicas que os classifiquem como olfativos (Frazier 1985) foram verificados, o que não ocorreu nos demais antenômeros. Dentre os sensilos com características de olfativos, ocorreram em forma de cavilha com sulcos (escavados) na superfície (Fig. 2D). Dois tipos de inserção foram verificados nestes sensilos, sem soquete flexível, e inseridos num orifício. O sensilo com sulcos, sem soquete flexível, é menor que a maioria dos sensilos das antenas e o com sulcos inserido num orifício é ainda menor. Em sulcos nos sensilos, ocorrem poros em *N. viridula* (Brézot *et al.* 1997). Sensilos em forma de cavilha, com sulcos e sem soquete flexível, foram descritos em mosquitos hematófagos com função olfativa para os ácidos láctico e butírico (Bowen 1995).

Orifícios também foram verificados na base do sensilo em forma de cerda, sem soquete flexível (Fig. 2E). Estes pêlos apresentam a extremidade em curva. Sensilos com estas características também foram verificados no último segmento da antena de *L. kalmii*. Neste caso, verificou-se que ocorre a inserção de uma bainha nervosa para cada orifício (Slifer & Sekhon 1963).

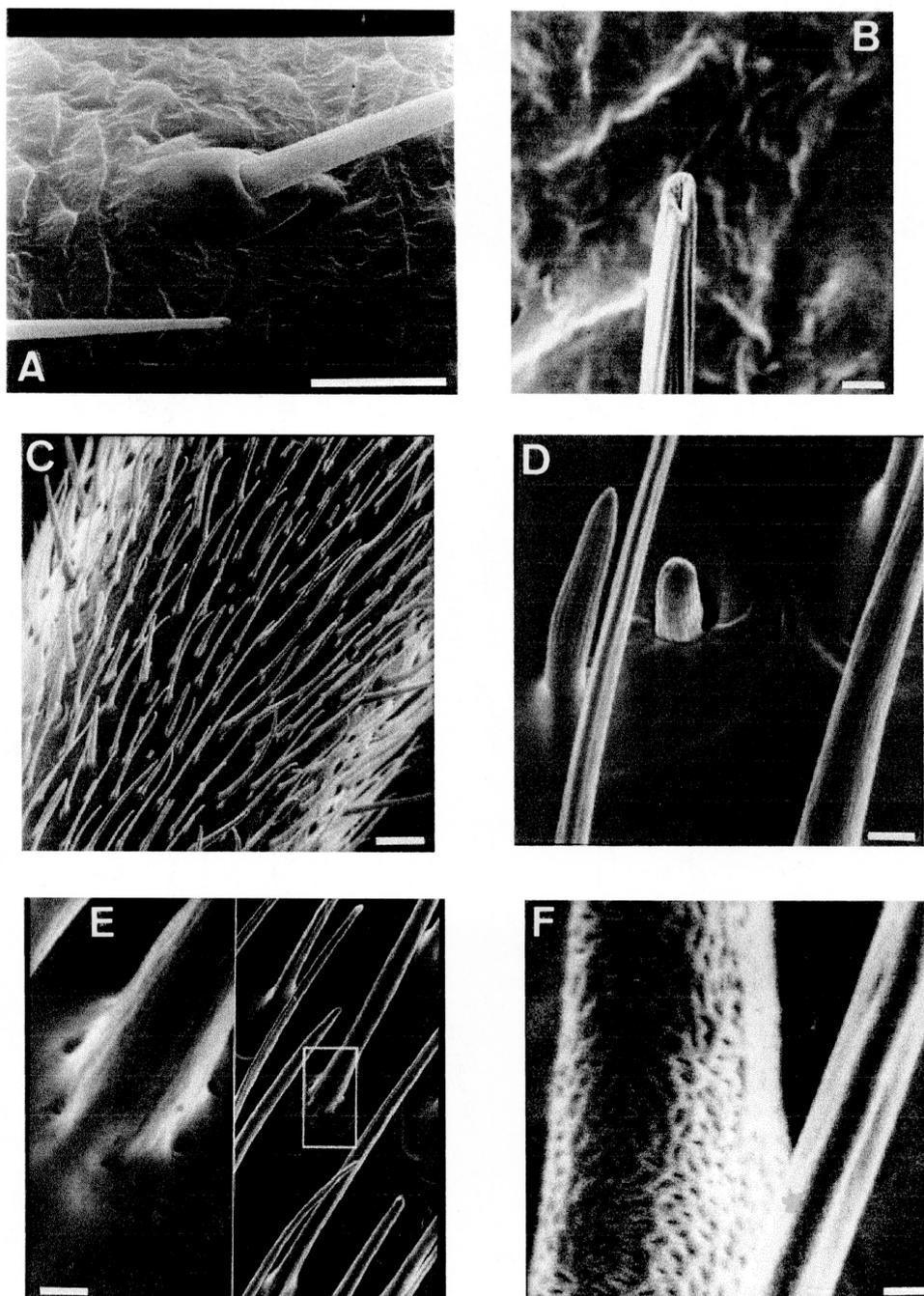


Figura 2. Sensilos das antenas de *Neomegalotomus parvus*. (A) Soquete e parte de sensilo (Barra = 20 μm). (B) Extremidade de sensilo em forma de bisel (Barra = 2 μm). (C) Antenômero apical das antenas com vários tipos de sensilos (Barra = 20 μm). (D) sensilos em forma de cavilha com sulcos (Barra = 2 μm). (E) Sensilo em forma de cerda com orifícios na base (Barra = 20 μm). (F) Sensilo com múltiplos orifícios (Barra = 500 nm). (A) e (B) Sensilos localizados nos quatro antenômeros. (D), (E) e (F) Sensilos localizados no antenômero terminal. Micrografias ao MEV.

Cerdas com múltiplos orifícios, provavelmente correspondendo a poros, sem soquete flexível, com a extremidade em curva, foram observados (Fig. 2F). Sensilos com múltiplos orifícios, sem soquete flexível, também foram verificados nas antenas de *N. viridula* (L.) (Brézot *et al.* 1997).

Sensilos inseridos em soquetes flexíveis, com superfície estriada e orifício na extremidade distal; com sulcos com pequenos orifícios; e com múltiplos orifícios, provavelmente representando poros, foram descritos em *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Miridae) (Dickens *et al.* 1995).

Evidências de que os últimos artículos antenais são os responsáveis pelo senso olfativo foram reportadas em outras espécies de Heteroptera. Em *O. fasciatus*, através de secções feitas nas antenas, verificou-se uma quantidade de tecido nervoso consideravelmente maior no quarto segmento em relação aos três primeiros (Andersen & Ball 1959). A densidade de sensilos no último antenômero é também maior em *Oxycarenus laetus* Kirby (Hemiptera: Lygaeidae) (Raman 1988). Em *Cimex lectularius* L. (Cimicidae), os sensilos com características de olfativos estão concentrados na parte distal do segmento terminal (Levinson *et al.* 1974). Em *Nezara viridula* (L.) a maior densidade de sensilos ocorre no segundo artículo do flagelo (Brézot *et al.* 1997). Por outro lado, em *L. lineolaris*, sensilos olfativos estão localizados no segundo e terceiro artículos.

Embora Ikeda-Kikue & Numata (1991) tenham observado as antenas do alidídeo *Riptortus clavatus* (Thunb.) com objetivos diferentes (estudar regeneração compensatória após a remoção do quarto segmento), muitas semelhanças puderam ser estabelecidas com as características verificadas para *N. parvus*, a saber: diferença de tamanho das antenas em machos e fêmeas; densidade crescente de sensilos dos segmentos basais para os apicais, com grande concentração no terminal; projeção em forma de unha na parte basal do quarto segmento; superfície com estruturas semelhantes a escamas nos três primeiros segmentos; sensilos em forma de cerda, com a base em soquete flexível; sensilos em forma de cavilha com sulcos juntamente com sensilos finos não inseridos em soquete no segmento

distal. Exame mais detalhado das antenas de *R. clavatus* provavelmente revelará mais semelhanças com *N. parvus*.

Backus (1988), considerando a hipótese estabelecida por Chapman (1982), de que um número elevado de sensilos quimiorreceptivos permite melhor percepção do ambiente químico, considerou que o grande número de sensilos encontrados nos flagelos antenais de Heteroptera seriam utilizados para detectar pistas olfativas durante orientação a longa distância para a planta hospedeira, bem como voláteis emanados da superfície da planta e substâncias químicas e textura no contato com cutícula durante a exploração e antenação da superfície da planta.

5.3.2. Respostas Olfativas

Sem movimentação do ar em gerbox, o percentual de insetos intactos que localizaram o alimento (91%) foi significativamente maior do que os insetos com antenas bloqueadas com goma laca (35%) ou amputadas (28%) (Tabela 1). Em relação ao tempo, os insetos com antenas intactas localizaram o alimento mais rapidamente (94,7 min.) do que insetos os insetos sem antenas (160,9 min.) ou com antenas bloqueadas com goma laca (145,1 min.). Esses resultados atestam a importância dos sensilos das antenas para localizar o hospedeiro. Assim, caracteriza-se a importância do senso olfativo na localização do alimento. Em relação à distância total percorrida até atingir o alimento, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, não sendo este, portanto, nas condições de realização deste estudo, um bom parâmetro para verificar o senso olfativo. É provável que o tamanho relativamente pequeno do recipiente possa ter contribuído para ausência de diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 1. Percentual de adultos de *Neomegalotomus parvus*, com antenas submetidas a diferentes tratamentos, que localizaram vagens de guandu, tempo para localização (min.) e distância total percorrida (cm), em gerbox, em laboratório (n = 100).

Tratamentos	% insetos que localizaram o alimento ^a (n = 100)	Tempo (min.) ^b (n = 4)	Distância total (cm) ^b (n = 4)
Goma laca nas antenas	35 b	145,1 ± 7,6 a	19,4 ± 5,3 a
Sem antena	28 b	160,9 ± 6,7 a	22,2 ± 6,4 a
Antenas intactas	91 a	94,7 ± 7,9 b	15,2 ± 6,3 a

^a Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem significativamente (tabelas de contingência).

^b Médias (± EP) seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

Adultos de *N. parvus* discriminaram, através do senso olfativo, sementes normais de guandu de sementes vedadas com “parafilm” (“cheiro bloqueado”) (Tabela 2). Machos e fêmeas visitaram preferencialmente as sementes não vedadas com “parafilm”. Entretanto, nos machos e fêmeas com o último segmento da antena bloqueado, a discriminação não ocorreu. Portanto, o bloqueio do último segmento da antena impediu a discriminação olfativa do alimento. Estes resultados confirmam as evidências morfológicas estabelecidas nos trabalhos com MEV nos quais se caracterizou o último segmento da antena como tendo sensilos com características de olfativos (item 5.2.1.). Também ratificam os resultados do experimento anterior, caracterizando o senso olfativo em condições de ausência de vento. Numata *et al.* (1986) verificaram que a remoção do segmento apical da antena impede a liberação do comportamento de corte em *R. clavatus*. No flagelo das antenas de *C. lectularius* L. foi verificada maior sensibilidade a odores do hospedeiro do que nos demais segmentos (Levin &

Anfinogenova 1981). A amputação do último segmento da antena neste inseto também impediu a reação a determinadas concentrações do feromônio de alarme da espécie e também inviabilizou o comportamento de agregação (Levinson *et al.* 1974).

Tabela 2. Preferência de machos e fêmeas de *Neomegalotomus parvus* por sementes de guandu vedadas, ou não com “parafilm”, tendo o último segmento de cada antena bloqueado ou não, em gerbox, em laboratório (n = 100).

Tratamentos	Com “parafilm” ^a	Sem “parafilm” ^a
Macho com antena bloqueada	0,59 Aa	0,41 aB
Macho com antena normal	0,21Bb	0,79 aA
Fêmea com antena bloqueada	0,51 Aa	0,49 aB
Fêmea com antena normal	0,05 Bb	0,95 aA

^a Médias seguidas pela mesma letra (minúscula na linha e maiúscula na coluna) não diferem significativamente (estudo completo de tabelas de contingência).

Nos testes em olfatômetro, com movimentação de ar, não se verificaram respostas positivas no tempo para atingir a tela da fonte de estímulo (Fig. 3). Entretanto, em relação ao número de insetos, foram verificadas diferenças significativas entre os que tinham fonte de estímulo e a testemunha. Para vagens verdes, verificou-se uma média de 12,0 insetos na fonte de estímulo e 6,0 no controle. Para vagens secas, a média foi de 16,0 contra 5,7, respectivamente e, para extratos hexânicos, 11,2 e 2,2, respectivamente. Nos tratamentos com panículas de arroz e feromônios, para machos e fêmeas, não foram constatadas diferenças significativas. Em relação às respostas negativas, os tratamentos não diferiram do controle, o que demonstra que nenhum dos tratamentos repeliu os insetos (Fig. 4).

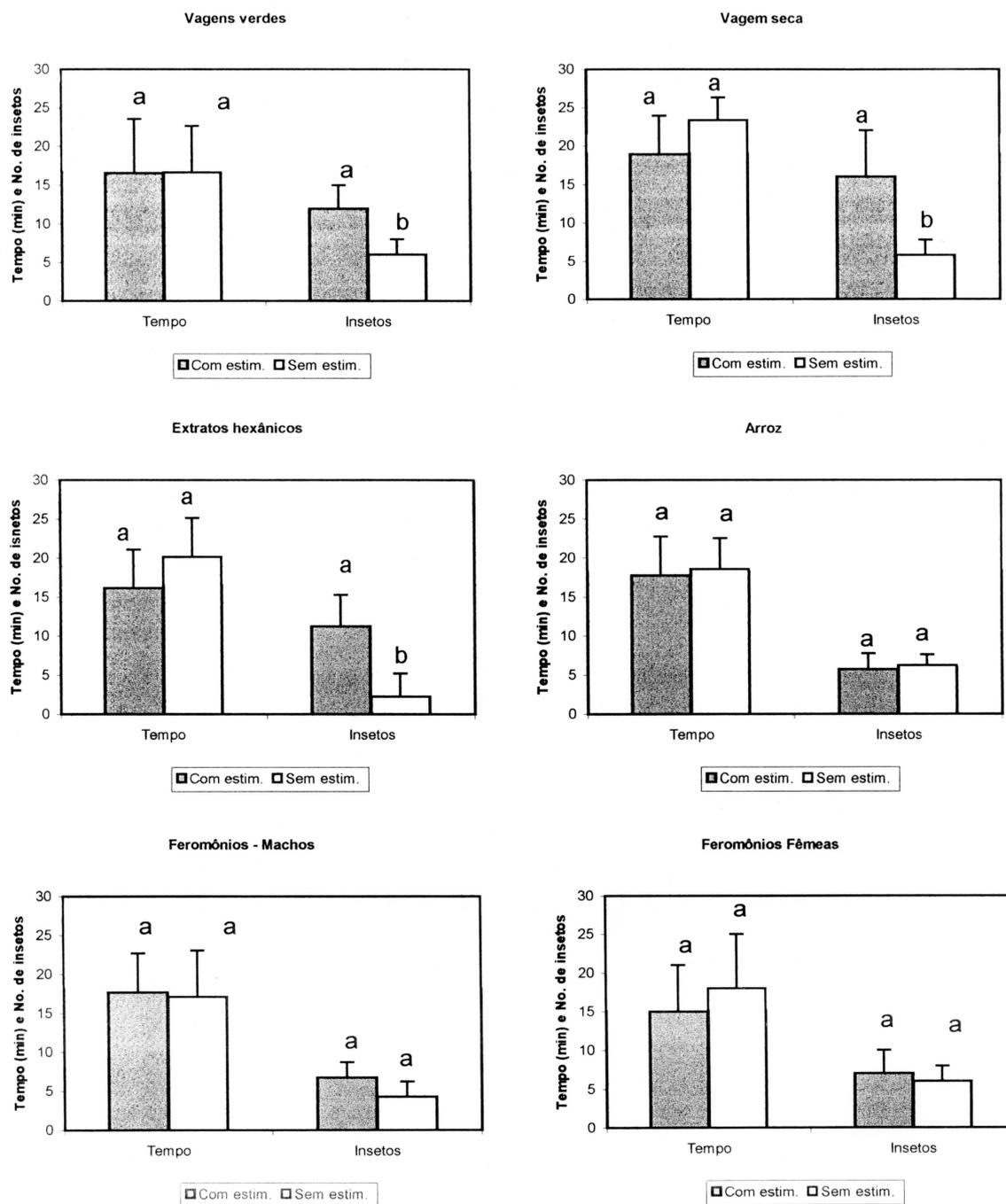


Figura 3. Atração (resposta positiva) de vagens verdes, vagem seca, extratos hexânicos de vagens maduras de guandu, panículas de arroz (machos e fêmeas agrupados) e feromônio (machos e fêmeas separadamente) para adultos de *Neomegalotomus parvus*, em laboratório. Médias (\pm EP) com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste t ($n = 4$).

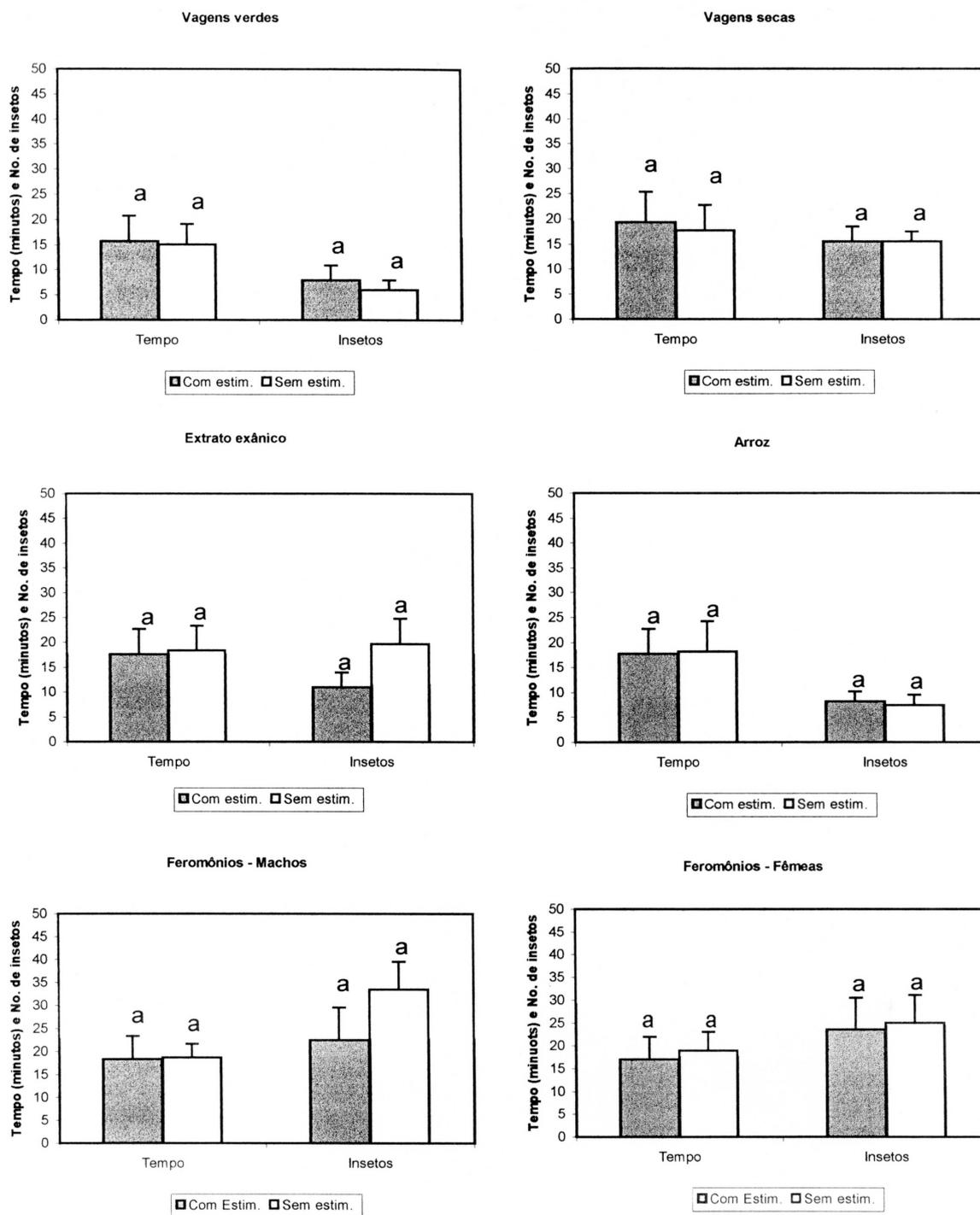


Figura 4. Repulsão (resposta negativa) de vagens verdes, vagens maduras e extratos exânicos de vagens maduras de grão-de-bico; panículas de arroz (machos e fêmeas agrupados) e feromônio (machos e fêmeas separadamente) para adultos de *Neomegalotomus parvus*, em laboratório. Médias (\pm EP) com a mesma letra não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste t ($n = 4$).

As respostas obtidas com a percepção olfativa corroboram outros estudos que, embora raros (Backus 1988), denotam a importância do olfato na seleção hospedeira. De maneira geral, os resultados de estudos da percepção olfativa em Heteroptera disponíveis na literatura, foram feitos a pequenas distâncias, provavelmente refletindo mais o comportamento do inseto na superfície da planta do que antes de atingi-la. Nos três bioensaios, observou-se que o inseto caminhou fazendo tateamento com o lábio, provavelmente associando o senso olfativo com o gustativo (e eventualmente o visual). Em *O. fasciatus*, verificou-se a existência de receptores nas antenas para extratos de amendoim bravo, *Asclepias syriaca* L. (Pantle & Feir 1976). Estes insetos tiveram reduzida a habilidade de localizar as sementes desta planta após sofrerem bloqueamento das estruturas sensoriais das antenas (Feir & Beck 1963). A atração de *Dysdercus koenigii* (F.) (Pyrrhocoridae) para folhas verdes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) foi observada, sendo atribuída à presença de óleos essenciais (Saxena 1969). O autor também verificou maior atratividade para sementes de algodão e quiabo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, em relação a outros hospedeiros. Também em *Magicicada cassini* (Fisher) (Homoptera: Cicadidae), verificou-se especificidade de sensilos das antenas a substâncias de plantas hospedeiras (Klein *et al.* 1988). Em *Aphis glycines* Matsumura (Homoptera: Aphididae), caracterizou-se a especificidade de sensilos a derivados de terpenos (álcoois, aldeídos e ésteres), odores verdes de folhas e compostos aromáticos (Yongjun *et al.* 1995). Os recentes avanços no conhecimento da composição das substâncias voláteis de plantas, especialmente das leguminosas (Liu *et al.* 1989), e o seu isolamento, juntamente com estudos de eletroantenografia podem elucidar mais claramente como ocorre a estimulação olfativa neste inseto. Assim o fizeram Dickens *et al.* (1995), caracterizando respostas positivas de *L. lineolaris* ao 1-hexanol, composto presente nos “odores verdes”.

Em conclusão, verificou-se que os três primeiros segmentos das antenas apresentam sensilos com características de mecanorreceptores; estes sensilos também ocorrem no quarto segmento, onde a densidade de sensilos é muito maior, pela presença também de outros sensilos com características de

olfativos; sem movimentação do ar, os percevejos com antenas intactas localizaram o alimento mais freqüentemente e rapidamente do que aqueles com antenas bloqueadas ou amputadas; os percevejos discriminaram sementes intactas de sementes vedadas com “parafilm”, mas não houve discriminação quando o último segmento de cada antena foi bloqueado; com movimentação do ar, os percevejos foram atraídos para vagens maduras e verdes de guandu e extratos hexânicos de vagens secas, mas não responderam a panículas de arroz e ao feromônio extraído de machos da espécie; nenhum destes tratamentos repeliu os insetos.

CAPÍTULO 6

6. RESPOSTAS DE *NEOMEGALOTOMUS PARVUS* (WEST.) A ESTÍMULOS VISUAIS E EVIDÊNCIA DE PRODUÇÃO FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO

6.1. Introdução

A percepção visual em insetos pode ser um componente significativo na seleção da planta hospedeira. Estímulos visuais, envolvendo forma, padrão, contraste, intensidade, movimento, distância, luz polarizada e coloração foram demonstrados em determinadas espécies (Romoser 1981). Em relação à cor, os atributos que a definem são: matiz, saturação e intensidade (Moericke 1969). Respostas dos insetos podem ocorrer em relação aos três atributos (Vernon 1986).

A percepção de cores está intimamente associada com a evolução do inseto em relação à planta hospedeira, sendo assim, insetos monófagos ou oligófagos tendem a ser especialistas na seleção de cores em comparação a polífagos (Prokopy & Owens 1978).

As características visuais pelas quais o inseto percebe a planta, assim como outros atributos do hospedeiro, como odor e textura, são componentes da atração primária. Características do inseto, tal como a produção de feromônio de agregação, são componentes da atração secundária (Scholz *et al.* 1997). Além da seleção primária e da secundária, a localização da planta hospedeira pode ocorrer ao acaso, pela busca não direcionada de estímulos específicos, condicionada pelas amplitudes nas taxas de movimentação das espécies (Morris & Kareiva 1991).

Estudou-se aspectos da seleção primária e da secundária em *N. parvus*. Em relação à seleção primária, foi estudada a percepção visual do alimento em adultos de *N. parvus* em arenas a curtas distâncias, em laboratório; as capturas em armadilhas coloridas, em campo; e em relação à atração

secundária, avaliou-se as capturas em gaiolas contendo machos. Também estudou-se a interação entre cores e presença de machos na captura de insetos.

6.2. Material e Métodos

6.2.1. Discriminação Visual do Alimento

Os insetos foram criados em vagens de guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Outros detalhes da criação seguem as descrições do Capítulo 3 e Ventura & Panizzi (1997). Numa caixa do tipo “gerbox” (12,0 x 12,0 x 3,8 cm) foram colocados um adulto de *N. parvus* e uma vagem de guandu em cantos opostos, em laboratório ($23 \pm 1^\circ$ C, UR $65 \pm 10\%$). Os insetos foram observados durante 180 min., verificando-se o tempo para localizar o alimento, a distância total percorrida e a percentagem de insetos que o localizaram neste intervalo de tempo. Para determinação da distância total percorrida, utilizou-se um papel quadriculado no qual desenhou-se o trajeto percorrido pelo inseto. Ao término do experimento, determinou-se a distância total percorrida (cm) com um curvímeter (ASI, Suíça). Os tratamentos utilizados foram adultos normais e adultos com olhos compostos e ocelos pintados com tinta resina acrílica (n = 100) (Mr. Color, Gunze Sangyo, Japão) (Numata *et al.* 1986). Os insetos, inclusive da testemunha, foram mantidos em congelador (-12° C) durante 5 minutos para reduzir sua movimentação antes de serem manipulados.

Em outro teste, estudou-se a preferência por vagens de guandu (alimento preferencial) ou panículas de arroz (não hospedeiro). Os tratamentos foram machos (n = 73) e fêmeas (73) normais; e machos (77) e fêmeas (76) com antenas bloqueadas com goma laca. A preparação dos insetos para utilização nos testes foi idêntica àquela descrita acima. Os insetos foram observados durante 60 min., verificando-se os alimentos que eram inicialmente visitados.

6.2.2. Atração por Armadilhas Coloridas

As armadilhas utilizadas foram bandejas plásticas (20 x 39 x 5 cm) contendo água e gotas de detergente neutro. As bandejas foram forradas com folhas de papel sulfite com as cores impressas. Sobre o papel sulfite, colou-se plástico Com-Tact (Vulcan, São Paulo, SP) transparente. As cores impressas foram obtidas do programa Microsoft Power Point (Microsoft Corporation) (Tabela 1).

Tabela 1. Características das cores utilizadas para testar a atração de *Neomegalotomus parvus* em bandejas a campo.

Cores	Características					
	Matiz	Saturação	Luminosidade	Vermelho	Verde	Azul
Azul	170	255	128			255
Vermelha		255	128	255		
Verde	85	255	128		255	
Preta	170					
Amarela	42	255	128	255	255	

As cores também foram impressas em folha de transparência para determinação dos comprimentos de onda em espectrofotômetro digital (Micronal 834211). Além das cores impressas, foram utilizadas folhas de papel alumínio e papel sulfite branco. As armadilhas foram colocadas no campo às 17 h e retiradas 24 h após sendo os insetos sexados e contados. As armadilhas foram colocadas diretamente sobre o solo (Latossolo Roxo Argiloso, coloração 2.5 YR 3 / 4 [Munsell Soil Color Charts 1988]) em 14 ocasiões, de 15 a 29/8/98. Entre as armadilhas foi mantida distância de 5 m.

6.2.3. Interação Cores X Gaiolas Contendo Machos

Gaiolas feitas de frascos de plástico de filme fotográfico (cilindro de 3 cm de diâmetro x 5 cm de altura) foram penduradas por uma linha em estaca de madeira em formato de “L” invertido, ficando levemente acima do nível da água da bandeja. As gaiolas tinham 4 furos (1 x 3 cm) distribuídos ao redor, fechados com tela de nylon (Fig. 1). Dentro das gaiolas, quatro machos foram mantidos com sementes de guandu e água. Nas gaiolas do tratamento testemunha, foram mantidos somente o alimento e água. Para cada cor utilizada no experimento anterior, utilizou-se uma armadilha com gaiola contendo machos e outra não (testemunha), distribuídos em delineamento com parcelas subdivididas. As armadilhas foram instaladas em seis épocas, de 5 a 10/9/99.

6.2.4. Análise Estatística

Os dados relativos à preferência de *N. parvus* por vagens de guandu ou panículas de arroz, tendo ou não as antenas bloqueadas, foram analisados através do uso de tabelas de contingência com $R \geq 2$ amostras independentes e $C \geq 2$ classes (Curi 1997). Para a análise dos dados obtidos no estudo com insetos com olhos vedados, ou normais, que localizaram o alimento (sucesso), utilizou-se teste do Qui-quadrado ($P \leq 0,05$). Para as variáveis tempo para localizar o alimento e distância total percorrida, utilizou-se o teste t ($P \leq 0,05$). Os dados referentes às comparações de cores, foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). No experimento com cores e presença ou ausência de machos nas gaiolas, utilizou-se a análise de variância, e o teste de Tukey para comparação das médias das cores e contendo ou não machos.

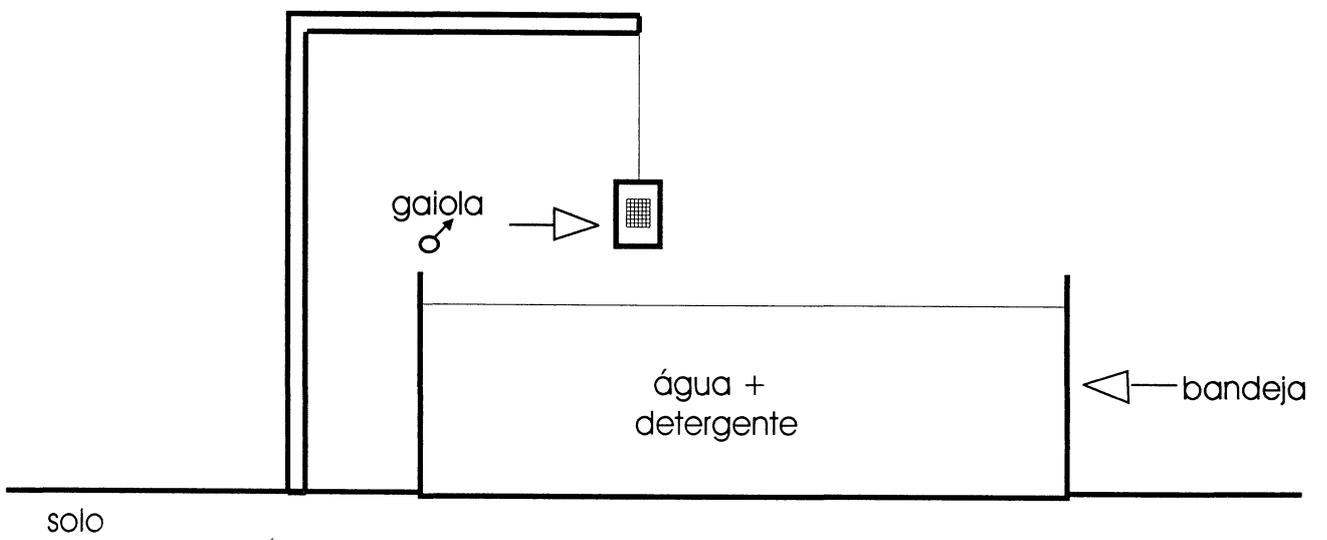


Figura 1. Esquema da armadilha utilizada para captura de *Neomegalotomus parvus*.

6.3. Resultados e Discussão

Os insetos submetidos à vedação dos olhos localizaram menos o alimento (48%) do que aqueles do tratamento testemunha (75%) (Tabela 2). Os adultos com os olhos vedados que localizaram o alimento, o fizeram em tempo mais longo (130,5 min.) do que os insetos testemunha (96,7 min.). A distância total percorrida não foi alterada pela vedação dos olhos dos insetos (21,1 cm para os insetos com olhos vedados e 15,3 cm para os insetos testemunha). Os resultados evidenciam que a percepção visual determina a localização do alimento em um número maior de ocasiões e em tempo mais curto. Da mesma forma que foi verificado para o senso olfativo (Capítulo 5), o bloqueio da visão não impede a localização do alimento.

Tabela 2. Percentagem de adultos de *Neomegalotomus parvus* que localizaram o alimento (vagens de guandu), tempo para localização e distância total percorrida em insetos com olhos vedados (tinta preta) ou normais, em gerbox, em laboratório.

Tratamentos	% de insetos que localizaram o alimento ^a	Tempo (minutos) ^b	Distância total percorrida (cm) ^b
Testemunha	75 a	96,7 + 8,3 b	15,3 + 6,0 a
Olhos vedados	48 b	130,5 + 8,0 a	21,1 + 10,4 a

^a Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem significativamente ($P \leq 0.05$) pelo teste do Qui-quadrado ($n = 100$).

^b Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não são significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) pelo teste t ($n = 4$).

Machos e fêmeas com antenas bloqueadas discriminaram vagens de guandu de panículas de arroz (Tabela 3). Esta discriminação ocorreu em função da acuidade visual porque os insetos estavam desprovidos do senso olfativo. Estes resultados confirmam os resultados obtidos no teste anterior (Tabela 2). Machos e fêmeas normais tiveram preferência ainda maior por vagens de guandu, ratificando a importância do senso olfativo na localização do alimento (Capítulo 5). A visão, o olfato (Capítulos 2 e 5) e o senso gustativo (Capítulo 2), devem interagir determinando a localização do alimento a curtas distâncias. Em observações em campos de guandu e soja, verifica-se que adultos de *N. parvus* fazem vôos direcionados para vagens ou folhas isoladas e também pousam do lado de

coespecíficos (M.U. Ventura & A.B. Malaguido, observação pessoal). É provável que a visão, não somente no caminhar na superfície da planta, mas também no vôo, seja importante na localização do alimento. Estudos complementares deverão ser conduzidos para verificar se *N. parvus* pode discriminar um determinado padrão visual associado ao alimento evolutivamente relacionado (vagens), como foi demonstrado em outros insetos (e.g., Saxena & Khattar 1977, Khattar & Saxena 1978).

Tabela 3. Preferência de machos e fêmeas de *Neomegalotomus parvus* por vagens de guandu ou panículas de arroz, em testes com livre chance de escolha do alimento, com antenas normais ou bloqueadas (por goma laca), em gerbox, em laboratório.

Tratamentos	Guandu ^a	Arroz ^a	N
Macho com antena bloqueada	0,71 Ba	0,29 Ab	77
Macho com antena normal	0,90 Aa	0,10 Bb	73
Fêmea com antena bloqueada	0,72 Ba	0,28 Ab	76
Fêmea com antena normal	0,89 Aa	0,11 Bb	73

^aMédias seguidas pela mesma letra (minúscula na linha e maiúscula na coluna) não diferem significativamente (tabelas de contingência).

Os comprimentos de onda determinados para as cores impressas estão apresentados na Fig. 2.

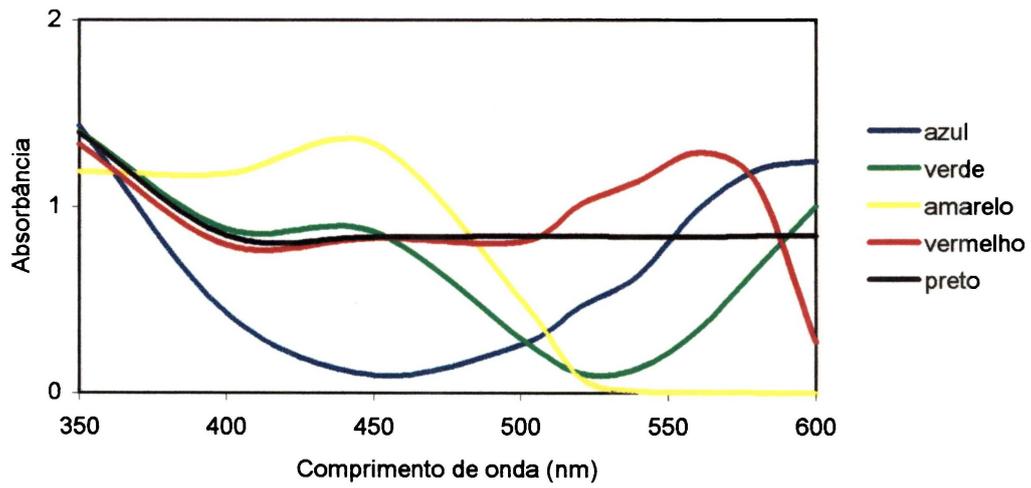


Figura 2. Absorbância de luz de cores impressas em transparência de retroprojetor utilizadas em armadilhas para captura de *Neomegalotomus parvus*.

Em experimento realizado em 1998, adultos de *N. parvus* foram atraídos de forma diferenciada em resposta às cores utilizadas nas armadilhas (Tabela 4). Considerou-se apenas os machos capturados porque o número de fêmeas foi reduzido (5,8% do total), não sendo possível compará-las. Em valores absolutos, as capturas foram maiores, em ordem decrescente nas armadilhas verdes, amarelas, brancas, vermelhas, azuis, alumínio e preta. Foram verificadas diferenças estatísticas nas capturas das armadilhas de cor verde em relação a todos os outros tratamentos, exceto a amarela. As capturas nas armadilhas amarelas foram significativamente maiores que as capturas nas armadilhas azuis, pretas e alumínio. As cores verde e amarela podem ser consideradas como miméticas da folhagem das plantas. A atração para estas colorações confirmam o padrão geral observado para herbívoros (Prokopy & Owens 1983). As folhas novas normalmente apresentam teor de nitrogênio maior do que as demais folhas. Por isso, emitem comprimentos de onda similares àqueles das armadilhas amarelas, justificando as capturas dos insetos fitófagos para este padrão de cor. Esta característica determina atração a insetos fitófagos (Prokopy & Owens 1983). As capturas nas armadilhas brancas, vermelhas e azuis diferiram estatisticamente das armadilhas pretas. A maior captura nas armadilhas com estas cores pode ser devida ao contraste destas colorações em relação ao solo. É possível que adultos em vôo percebam esta condição. Nas armadilhas pretas, nas quais capturou-se a menor quantidade de insetos, provavelmente, se tenha produzido o menor contraste em relação ao solo. As armadilhas com papel alumínio mimetizam a luz polarizada do céu (Prokopy & Owens 1978) o que determinou os valores relativamente baixos de captura. A percepção do contraste (frutos em relação à folhagem) foi demonstrada na mosca das frutas *Rhagoletis pomonella* (Walsh.) (Tephritidae) que utiliza esta característica dentro das árvores mais do que a própria matiz *per se* (Prokopy & Owens 1978).

Tabela 4. Número médio (\pm EP) de machos de *Neomegalotomus parvus* capturados em armadilhas coloridas após 24 h (setembro de 1999) (n = 14).

Cor	Insetos capturados ^a	Percentual ^b
Azul	6,7 \pm 1,5 c	42,1
Vermelha	7,3 \pm 1,2 bc	45,9
Verde	15,9 \pm 3,2 a	100,0
Preta	2,9 \pm 0,6 d	18,2
Amarela	11,5 \pm 2,6 ab	72,3
Branca	7,8 \pm 2,0 bc	49,0
Alumínio	4,8 \pm 0,9 cd	30,2

^a Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

^b Percentual em relação ao tratamento com maior captura.

No experimento realizado em 1999 não foram verificadas diferenças estatísticas entre as armadilhas com cores diferentes (Tabelas 5 e 6). Neste caso, foram realizadas apenas seis repetições, enquanto que no experimento anterior, foram realizadas 14 (Tabela 4). Também a interação entre cores e presença de machos não foi significativa ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 5). Esta interação foi significativa apenas ao nível de 10%. Parece haver uma tendência de, nos tratamentos com menor atração pelas cores, ter ocorrido aumento nas capturas pela presença de macho nas gaiolas, exceto na armadilha com papel alumínio (Fig. 3). Em testes com feromônios, muitas vezes, é interessante

Tabela 5. Análise de variância das capturas de machos de *Neomegalotomus parvus* em armadilhas coloridas com ou sem machos nas gaiolas. Londrina, setembro de 1999 (n = 6).

Fonte de variação	G.L.	F	P
Blocos	5	2,55	0,0486
Cores	6	1,28	0,2951
Blocos X Cores	30	1,69	0,0672
Machos	1	12,18	0,0013
Cores X Machos	6	1,81	0,1263

Tabela 6. Número médio (\pm EP) de machos de *Neomegalotomus parvus* capturados em armadilhas coloridas após 24 h (agosto de 1999) (n = 6).

Cor	Insetos capturados ^a	Percentual ^b
Azul	2,5 \pm 0,5 a	54,3
Vermelha	2,9 \pm 0,9 a	63,0
Verde	4,2 \pm 0,7 a	91,3
Preta	2,0 \pm 0,6 a	43,5
Amarela	4,6 \pm 1,3 a	100,0
Branca	2,5 \pm 0,7 a	54,3
Alumínio	2,5 \pm 0,5 a	54,3

^a Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

^b Percentual em relação ao tratamento com maior captura.

minimizar a atração das armadilhas para enfatizar a resposta à isca (Andersen & Wilkin 1986). É provável que outros fatores, não isolados neste trabalho, possam ter determinado alta variabilidade. Conseqüentemente, não ocorreram diferenças estatísticas quando foi utilizado número menor de repetições (Tabela 4). No campo, verificou-se que muitos insetos pousavam nas bordas das armadilhas mas não caíam na lâmina de água. Estes insetos também exerciam atração sobre os coespecíficos, o que mascarou os resultados das capturas com cores e da própria resposta à presença de machos. Além da atração olfativa, pode ter ocorrido também atração visual (Youdeowei 1966). Além destes, a maior ou menor grau de movimentação, ao acaso, característico de cada inseto, pode determinar variabilidade

nas respostas (Morris & Kareiva 1991). A provável liberação de secreções defensivas pelos insetos quando caem na água e mesmo depois de mortos, pode ter repellido insetos em determinadas circunstâncias. Esta última hipótese pode ser discutida em relação aos maiores incrementos nas capturas em gaiolas com machos nas cores menos atrativas, exceto alumínio (Fig. 3). As capturas iriam até determinado patamar numérico, a partir do qual, seriam inibidas pelas secreções defensivas. Uma nova configuração de armadilha que considere todos estes aspectos, pode representar uma alternativa para se conseguir resultados com maior repositividade.

A captura de insetos nas armadilhas com gaiolas contendo machos foi significativamente maior do que nas gaiolas sem machos (Tabelas 5 e 7, Fig. 3). Portanto, a presença de machos exerceu atração sobre os coespecíficos. Sendo assim, parece haver produção de um feromônio, provavelmente de agregação, produzido por machos de *N. parvus*. O feromônio de agregação da espécie pode estar relacionado ao seu comportamento gregário (Capítulos 2 e 3). Também no alidídeo *Riptortus clavatus* Thunb. verificou-se a atratividade exercida por machos sobre coespecíficos (Numata *et al.* 1990) sendo caracterizado posteriormente o feromônio de agregação da espécie (Leal *et al.* 1994). Os compostos hexyl butyrate, hexyl valerate e hexyl hexanoate foram extraídos e identificados em machos de *N. parvus* (W.S. Leal & A.R. Panizzi, dados não publicados). A mistura dos três compostos foi atrativa para adultos (principalmente machos) de *N. parvus*, entretanto, gaiolas com machos não atraíram coespecíficos (Ferreira & Panizzi 1996). As diferenças nas respostas aos machos nas gaiolas obtidas por Ferreira & Panizzi (1996), em relação aos resultados desta pesquisa, devem estar relacionadas às alturas de colocação das armadilhas (1,5 m e sobre o solo, respectivamente). Enquanto fêmeas de *R. clavatus* foram capturadas em maior número do que machos (Numata *et al.* 1990), em *N. parvus* o número de capturas de fêmeas foi desprezível (3,5% do total de capturas), tanto nas gaiolas com macho como naquelas sem. Tem-se verificado que os machos apresentam comportamento exploratório mais acentuado do que as fêmeas no campo. É comum os machos pousarem sobre pessoas e objetos recém

introduzidos no ambiente. Em *Dysdercus bimaculatus* Stål (Pyrrhocoridae), os machos são os principais colonizadores de novos sítios com sementes (Aldrich 1995). É provável que em *N. parvus* o comportamento exploratório de machos determine o maior número de capturas nas armadilhas. Este comportamento pode ser importante fator no encontro da planta hospedeira.

Tabela 7. Número médio (\pm EP) de machos de *Neomegalotomus parvus* capturados em armadilhas com machos ou não, após 24 h (agosto de 1998) (n = 42).

Tratamento	Insetos capturados ^a	Percentual ^b
Com macho	3,9 \pm 0,5 a	100
Sem macho	2,3 \pm 0,4 b	59

^a Médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

^b Percentual em relação ao tratamento com maior captura.

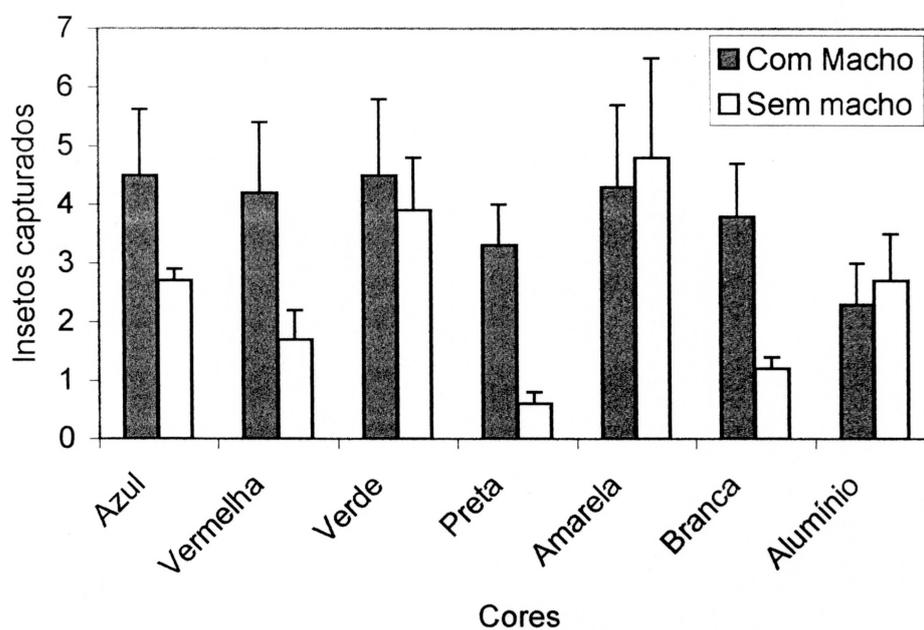


Figura 3. Capturas de adultos de *Neomegalotomus parvus* em armadilhas com cores diferentes, com ou sem machos nas gaiolas. Londrina, agosto de 1998 (N = 6).

Em conclusão, verificou-se que adultos de *N. parvus* utilizaram a percepção visual para a localização do alimento; machos foram atraídos diferentemente por armadilhas em resposta a cores, o que pode caracterizar evidência de atração primária na espécie; e também foram atraídos para machos em armadilhas, o que pode evidenciar também a atração secundária.

CAPÍTULO 7

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em muitos casos, alguns autores tendem a representar o processo de seleção hospedeira através “modelos” para determinados grupos de insetos selecionando as plantas hospedeiras. Embora, de certa forma, estes modelos representem de forma reducionista o comportamento dos insetos, são exemplos didáticos que muitas vezes encontram aplicações imediatas no manejo das espécies consideradas. Neste trabalho, muito antes de se estabelecer um “modelo comportamental” procurou-se estabelecer determinados conhecimentos iniciais, bem como, desenvolver metodologia de trabalho com Heteroptera, particularmente com *N. parvus*. Muitos outros aspectos podem ainda ser explorados, sendo que algumas sugestões são dadas a seguir.

Nos experimentos com preferência alimentar, quando se verificou que ninfas isoladas trocaram de alimento mais freqüentemente do que aquelas em grupos, conclui-se que o comportamento gregário tem importância na alimentação da espécie. Estes resultados foram confirmados pelas observações feitas em condições de campo, nas quais verificou-se que, além das ninfas, os adultos também permanecem em grupos.

Quando os insetos mudam de alimento, escolhendo uma nova opção após o início da atividade alimentar, amplia-se o conceito de seleção hospedeira. De certa forma, o processo de seleção continua mesmo após o inseto estar se alimentando com a descoberta de novos substratos alimentares. Como os alidídeos, e em especial *N. parvus*, apresentam vôo rápido e deslocamento freqüente, é provável que possam buscar uma composição ideal do alimento também no estágio adulto.

O processo de aceitação do alimento, através de tateamento/antenação e prova, pode representar perspectiva de aplicação prática. A possibilidade de atuação neste processo traria novos horizontes, assim como a adição de sal na calda de pulverização de inseticida melhora a eficiência de controle pelo

aumento do comportamento de tateamento/antenação (Niva & Panizzi 1996). No que se refere à resistência de plantas a insetos, estes aspectos comportamentais têm sido negligenciados. Sua avaliação poderia trazer perspectivas de se encontrar novos mecanismos envolvidos na resistência. Este tipo de informação é particularmente importante no desenvolvimento de cultivares resistentes, principalmente através de métodos biotecnológicos e tende a ser uma das grandes demandas da pesquisa em entomologia nos próximos anos (Bernays & Chapman 1994).

Verificou-se que *N. parvus* desloca-se rapidamente, freqüentemente procurando por novos substratos no campo. Segundo Morris & Kareiva (1991), este comportamento é característico da eficiência na busca não direcionada do alimento. Neste aspecto, sugere-se a realização de estudos adicionais quantificando-se os movimentos do inseto no campo (Kareiva 1983, Kareiva & Shigesada 1983), comparativamente a outros percevejos, juntamente com avaliações da perspectiva de composição ideal do alimento em adultos. Na discussão que considera um certo antagonismo entre a busca direcionada do alimento por estímulos da planta (cor, forma, cheiro, textura), geralmente fundamentada em estudos de laboratório; em oposição, a busca não direcionada e com grande mobilidade, fundamentada em estudos de campo (Morris & Kareiva 1991); parece não ter tanta razão em *N. parvus*. Apesar da mobilidade observada, que deverá ser quantificada, o inseto apresentou respostas ao alimento a curtas distâncias e a bandejas de cores no campo, além da resposta de machos a machos coespecíficos.

A mobilidade de *N. parvus* dificultou significativamente a realização de estudos comportamentais no laboratório. Para esta espécie, especificamente, as idéias de Thorsteinson (1960) a respeito das dificuldades experimentais nos estudos de seleção hospedeira foram ratificadas.

Em relação a respostas à estimulação visual, trabalhos adicionais deverão ser conduzidos para verificar se os insetos respondem a determinado padrão (vagem) ao qual a espécie está associada no seu processo de evolução, bem como, o próprio padrão visual dos indivíduos. E para a estimulação olfativa,

a realização de trabalhos com eletroantenografia podem estabelecer, de forma ainda mais clara, as respostas a odores da planta hospedeira.

Para as armadilhas em campo, pelos resultados obtidos, verificou-se que é necessário melhorar o modelo utilizado, considerando que, embora tenha havido diferenças estatísticas quando se utilizou um número relativamente elevado de repetições, fatores não controlados determinaram variabilidade entre as repetições. Entretanto, presume-se que a utilização de armadilhas pode se constituir em ferramenta adequada para monitoramento da espécie, desde que sejam isolados e eliminados os fatores que diminuam sua eficiência. Este é um desafio a ser atingido, considerando as dificuldades, no caso de percevejos, pois as armadilhas de cola também não são eficientes. A evidência comportamental de feromônio de agregação na espécie e a resposta a armadilhas coloridas, comprovados em estudos no campo, é um elemento favorável no desenvolvimento de trabalhos neste sentido. Da mesma forma, as respostas olfativas positivas, permitem levantar a hipótese do incremento das capturas pela adição de voláteis de plantas. Em percevejos, de maneira geral, isto seria muito interessante em razão da dificuldade de se amostrar os insetos no campo e da resistência dos agricultores em fazê-lo. Assim, não só em razão de eventual perspectiva de controle massal mas, principalmente, de monitoramento, estes estudos devem continuar.

Outra aplicação que eventualmente poderá ser testada, a partir dos resultados obtidos, é o uso de plantas armadilhas. Considerando a capacidade de deslocamento dos adultos de *N. parvus*, é possível que a semeadura de espécies que produzam vagens antes da cultura principal concentrem os insetos na área, sendo facilmente controlados, dispensando aplicações em área total. Neste sentido, o feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pode ser interessante para utilização, antes da cultura da soja, *Glycine max* (L.) Mer.

De maneira geral, nos estudos comportamentais realizados, os insetos responderam positivamente aos alimentos, principalmente ao guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., que foi um

alimento adequado para o desenvolvimento dos insetos em estudos biológicos (Santos & Panizzi 1998b). Os dados das respostas comportamentais, associados aos estudos biológicos anteriores, sugerem haver uma forte adaptação da espécie a esta planta. Como o guandu não é uma planta de origem neotropical, estas adaptações devem ter ocorrido a partir da introdução da espécie nesta região.

Em resumo, verificou-se que as gerações de *N. parvus* utilizam vários hospedeiros durante o ano. Os insetos respondem a cores, principalmente verde e amarelo. O processo de seleção hospedeira é influenciado pelo hábito gregário, como verificado em laboratório. Em campo, confirmou-se o hábito gregário, que está relacionado à produção de feromônio de agregação pelos machos. O guandu foi o alimento que proporcionou respostas significativamente maiores na seleção e aceitação do alimento. Antes de atingirem o alimento, os insetos utilizam a percepção visual e olfativa para localizarem o alimento. No processo de aceitação do alimento, foi possível caracterizar respostas diferenciadas através de tateamento/antenação e prova. Os insetos apresentaram sensilos na extremidade do lábio, para os quais se caracterizou a função gustativa. Sensilos mecanorreceptores, relacionados à escolha de depressões para colocação dos ovos, foram verificados no ovipositor. Sensilos com função olfativa foram verificados no antenômero terminal.

8. LITERATURA CITADA

- Aina, J.O. 1975.** The life history of *Riptortus dentipes* F. (Alydidae, Heteroptera). A pest of growing cowpea pods. J. Nat. Hist. 9: 589-596.
- Aldrich, J.R. 1995.** Chemical communication in the true bugs and parasitoid exploitation, p. 318-363. In R.T. Cardé & W.J. Bell (eds.), Chemical ecology of insects II. New York, Chapman & Hall, 433p.
- Aldrich, J.R. 1988.** Chemical ecology of the Heteroptera. Annu. Rev. Entomol. 33:211-38.
- Aldrich, J.R., G.K. Waite, C. Moore, J. A. Payne, W.R. Lusby & J.P. Kochansky. 1993.** Male-specific volatiles from nearctic and australian true bugs (Heteroptera: Coreidae and Alydidae). J. Chem. Ecol. 19: 2767-2781.
- Andersen, L.W. & H.J. Ball. 1959.** Antennal hygroreceptors of the milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) (Hemiptera, Lygaeidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 52: 279-284.
- Andersen, J.F. & P.J. Wilkin. 1986.** Methods for the study of pheromones and kairomones, p. 57-82. In J.L. Krysan & T.A. Miller (eds.), Methods for the study of pest *Diabrotica*. New York, Springer-Verlag, 260p.
- Avé, D., J.L. Frazier & L.D. Hatfield. 1978.** Contact chemoreception in the tarnished plant bug *Lygus lineolaris*. Entomol. Exp. Appl. 24: 217-227.

- Backus, E. A. 1988.** Sensory systems and behaviours which mediate hemipteran plant-feeding: a taxonomic overview. *J. Insect Physiol.* 34: 151-165.
- Backus, E.A. & D.L. McLean. 1985.** Behavioral evidence that the precibarial sensilla of leafhoppers are chemosensory and function in host discrimination. *Entomol. Exp. Appl.* 37: 219-229.
- Bernays, E. A. & R.F. Chapman.1994.** Host-Plant selection by phytophagous insects (Contemporary topics in Entomology 2). New York, Chapman & Hall, 312p.
- Bongers, J. 1968.** Subsozilphanomene bei *Oncopeltus fasciatus* Dall. (Heteroptera: Lygaeidae). *Insectes Soc.* 15: 309-318.
- Bongers, J. & W. Eggermann. 1971.** Der einflub des subsozilverhaltens der spezialisierten samensanger *Oncopeltus fasciatus* Dall. und *Dysdercus fasciatus* Sign. Auf ihre ernahrung. *Oecologia* 6: 293-302.
- Bonjour, E.L., W.S. Fargo, J.A. Webster, P.E. Richardson & G.H. Brusewitz. 1991.** Probing behavior comparison of squash bugs (Heteroptera: Coreidae) on cucurbit hosts. *Environ. Entomol.* 20: 143-149.

- Bowen, M.F. 1995.** Sensilla basiconica (grooved pegs) on the antennae of female mosquitoes: electrophysiology and morphology. *Entomol. Exp. Appl.* 77: 233-238.
- Bowling, C.C. 1979.** The stylet sheath as an indicator of feeding activity of the rice stink bug. *J. Econ. Entomol.* 72: 259-260.
- Brézot, P., D. Tauban & M. Renou. 1997.** Sense organs on the antennal flagellum of the green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae): sensillum types and numerical growth during the post-embryonic development. *Int. J. Insect Morphol. Embryol.* 25: 427-441.
- Chadha, G.K. & R.E. Roome. 1980.** Oviposition behavior and the sensilla of the ovipositor of *Chilo partellus* and *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Zool. London* 192: 169-178.
- Chandler, L. 1984.** Crop life table studies of the pests of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at Goiânia, Goiás. *Rev. Ceres* 31: 284-298.
- Chandler, L. 1989.** The broad-headed bug, *Megalotomus parvus* (Westwood) (Hemiptera: Alydidae), a dry season pest of beans in Brazil. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.* 32: 84-85.
- Chapman, R.F. 1982.** Chemoreception: the significance of receptor numbers. *Adv. Insect Physiol.* 16: 247-336.

- Chattergee, V.C. 1984.** Gustatory receptor organ of *Nesidiocoris caesar* (Ballard) (Heteroptera: Miridae). Uttar Pradesh J. Zool. 4: 220-222.
- Cobblah, M.A. & J. Den Hollander. 1992.** Specific differences in immature stages, oviposition sites and hatching patterns in two rice pests, *Leptocorisa oratorius* (F.) and *L. acuta* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae). Insect Sci. Applic. 13: 1-6.
- Curi, P.R. 1997.** Metodologia e análise de pesquisa em ciências biológicas. Botucatu, Editora Tipomic, 263p.
- Derr, J.A. & J.K. Ord. 1979.** Feeding preference of a tropical seed-feeding insect: an analyses of the distribution of insects and seeds in the field, p.387-400. In J.K. Ord, G.P. Patil & C. Taillie (eds.), Statistical distribution in ecological work. Fairland, Internation Coop. Publishing House, 455p.
- Dethier, V.G. 1954.** Evolution of feeding preferences in phytophagous insects. Evolution 8:33-54.
- Dickens, J.C., F.E. Callahan, W.P. Wergin & E.F. Erbe. 1995.** Olfaction in a hemimetabolous insect: antennal-specific protein in adult *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae). J. Insect Physiol. 41: 857-867.
- Fehr, W.R., C.E. Caviness, D.T. Buymood & J.S. Pennington. 1971.** Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Science 11:929-931.

- Feir, D. & S.D. Beck. 1963.** Feeding behavior of the large milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus*. Ann. Entomol. Soc. Am. 56:224-229.
- Ferreira, L.P. & A.R. Panizzi. 1996.** Manejo Integrado de insetos pragas da soja. Ecologia química de insetos pragas da soja. Londrina, Embrapa/Soja, CNPq, Relatório – Bolsa de aperfeiçoamento, 38p.
- Foster, S., L.J. Goodman & J.G. Duckett. 1983.** Ultrastructure of sensory receptors on the labium of the rice brown planthopper. Cell Tissue Res. 230: 353-366.
- Frazier, J.L. 1985.** Nervous system: sensory system, p.287-356. In M.S. Blum (ed.), Fundamentals of Insect physiology. New York, John Wiley & Sons, 598p.
- Gaffal, K.P. 1981.** Terminal sensilla on the labium of *Dysdercus intermedius* Distant (Heteroptera: Pyrrhocoridae). Int. J. Insect Morphol. Embryol. 10: 1-6.
- Gazzoni, D.L. & A.B. Malaguido. 1996.** Effect of stink bugs on yield, seed damage and agronomic traits of soybeans (*Glycine max*). Pesq. Agropec. Bras. 31: 759-767.
- Harbach, R.E. & Larsen, J.R. 1976.** Ultrastructure of sensilla on the distal antennal segment of adult *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) (Hemiptera: Lygaeidae). Int. J. Insect Morphol. Embryol. 5:23-33.

- Harris, V.E. & J.W. Todd. 1980.** Male-mediated aggregation of male, female and 5th-instar southern green stink bugs and concomitant attraction of a tachnid parasite, *Trichopoda pennipes*. Entomol. Exp. Appl. 27: 117-126.
- Hatfield, L.D. & J.L. Frazier. 1980.** Ultrastructure of the labial tip sensilla of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (P. de Beauvois) (Hemiptera : Miridae). Int. J. Insect Morphol. Embryol. 9: 59-66.
- Hokyo, N. & K. Kiritani. 1963.** Mortality process in relation to aggregation in the southern stink bug. Res. Popul. Ecol. 5: 23-30.
- Hori, K. 1968.** Feeding behavior of the cabbage bug, *Eurydema rugosa* Motschulsky (Hemiptera: Pentatomidae) on the cruciferous plants. Appl. Entomol. Zool. 3:26-36.
- Ikeda-Kikue, K. & Numata, H. 1991.** Compensatory regeneration of antennae after removal of the distal segment in *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae). Int. J. Insect Morphol. & Embryol. 20: 41-49.
- Justus K.A. & B.K. Mitchell. 1996.** Oviposition site selection by the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). J. Insect Behavior 9: 887-897.

- Kareiva, P.M. 1983.** Local movement in herbivorous insects: applying a passive diffusion model to mark-recapture field experiments. *Oecologia* 57: 322-327.
- Kareiva, P.M. & N. Shigesada. 1983.** Analyzing insect movement as a correlated random walk. *Oecologia* 56: 234-238.
- Khattar, P. & K.N. Saxena. 1978.** Interaction of visual and olfactory stimuli determining orientation of *Papilio demoleus* larvae. *J. Insect Physiol.* 24: 571-576.
- Kishino, K. 1980.** Estudo sobre percevejos prejudiciais na cultura da soja em cerrados, p.85-127. Rel. Parc. Proj. Coop. Pesq. Agric. Brasília, EMBRAPA/CPAC/JICA. 127p.
- Kishino, K. & R.T. Alves. 1992.** Biologia e manejo de insetos praga da soja nos Cerrados. Seminário sobre os progressos da pesquisa agrônômica na região dos cerrados, p.65-74. Cuiabá, EMBRAPA/CPAC, 99p.
- Klein, U., C. Bock, W.A. Kafka, W.A., & T.E. Moore. 1988.** Antennal sensilla of *Magicicada cassini* (Fisher) (Homoptera: Cicadidae): fine structure and electrophysiological evidence for olfaction. *Int. J. Insect Morphol. Embryol.* 17:153-167.
- Kobayashi, T. & G. Aguerro. 1988.** Singular occurrence of soybean pest and control under severe drought condition in Paraguay. *Jap. Agr. Res. Quart.* 22:157-160.

- Leal, W.S., A.R. Panizzi & C.C. Niva. 1994.** Alarm pheromone system of leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera: Coreidae). *J. Chem. Ecol.* 20: 1209-1216.
- Leal, W.S. & T. Kadosawa. 1992.** (*E*)-2-Hexenyl hexanoate, the alarm pheromone of the bean bug *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). *Biosci. Biotech. Biochem.* 56: 1004-1005.
- Levin, N.A. & V.G. Anfinogenova. 1981.** Olfactometric evaluation of the chemoreceptor capacity of the antennal segments of insects for orientation by odor of the nutritive substrata, p.95-100. In V.P. Pristavko (ed.), *Insect behavior as a basis for developing control measures against pests of field crops and forests.* New Delhi, Oxamain Press, 238p.
- Levinson, H.Z., A.R. Levinson, B. Müller & R.A. Steinbrecht. 1974.** Structure of sensilla, olfactory perception, and behaviour of the bedbug, *Cimex lectularius*, in response to its alarm pheromone. *J. Insect Physiol.* 20: 1231-1248.
- Liu, S., D.M. Norris & P. Lyne. 1989.** Volatiles from the foliage of soybean, *Glycine max*, and Lima bean, *Phaseolus lunatus*: their behavioral effects on the insects *Trichoplusia ni* and *Epilachna varivestis*. *J. Agric. Food Chem.* 37: 496-501.
- Lockwood, J.A. & R.N. Story. 1986.** Adaptive functions of nymphal aggregation in the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Environ. Entomol.* 15: 739-749.

Ludwig, J. & J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. New York, John Wiley & Sons, 337p.

Lye, B. & R.N. Story. 1988. Feeding preference of the southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) on tomato fruit. J. Econ. Entomol. 81: 522-526.

Miles, P.W. 1958. Contact chemoreception in some heteroptera, including chemoreception internal to the stylet food canal. J. Insect Physiol. 2: 338-347.

Moerick, V. 1969. Host plant expecific color behavior by *Hyalopterus pruni* (Aphididae). Entomol. Exp. Appl. 12:524-534.

Morisita, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distribution patterns. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. 2: 215-235.

Morril, W.L. & G.S. Arida. 1991. Oviposition preference and survival of selected rice insect pests on wheat. J. Econ. Entomol. 2: 656-658.

Morris, W.F. & P.M. Kareiva. 1991. How insect herbivores find suitable host plants: The interplay between random and nonrandom movement, p. 175-208. In E. Bernays (ed.), Insect-plant interaction, v. III. Boca Raton, CRC Press, 258p.

- Munsell Soil Color Charts. 1988.** Munsell Color. Baltimore, Macbeth Division of Kalmorgen Instruments.
- Naito, A. 1996.** Insect pest control through use of trap crops. *Agrochemicals Japan* 68:9-11.
- Niva, C.C. & A.R. Panizzi. 1996.** Efeitos do cloreto de sodio no comportamento de *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) em vagens de soja. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 25:251-257.
- Ntonifor, N.N., L.E.N. Jackai & F.K. Ewete. 1996.** Influence of host plant abundance and insect diet on the host selection behavior of *Maruca testularis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae) and *Riptortus dentipes* Fab. (Hemiptera: Alydidae). *Agric. Ecosystems Environ.* 60:71-78.
- Numata, H., M. Kon & T. Hidaka. 1990.** Male adults attract conspecific adults in bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: alydidae). *Appl. Entomol. Zool.* 25:144-145.
- Numata, H. & N. Matsui. 1988.** Circadian rhythm of oviposition in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). *Appl. Entomol. Zool.* 23:493-495.
- Numata, H., N. Matsui & T. Hikada. 1986.** Mating behavior of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Coreidae): Behavioral sequence and the role of olfaction. *Appl. Entomol. Zool.* 21:119-125.

- Oliveira, P.S. 1985.** On the mimetic association between nymphs of *Hyalymenus* spp. (Hemiptera: Alydidae) and ants. *Zool. J. Linnean Soc.* 83:371-384.
- Panda, N. & G.S. Klush. 1995.** Host Plant Resistance to Insects. Wallingford, CAB International, 431p.
- Panizzi, A.R. 1988.** Biology of *Megalotomus parvus* (Hemiptera: Alydidae) on selected leguminous food plants. *Insect Sci. Applic.* 9:279-285.
- Panizzi, A.R. 1991.** Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes, p. 253-287. In A.R. Panizzi & J.R.P. Parra (eds.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo, Manole, 359p.
- Panizzi, A.R., 1995.** Feeding frequency, duration and preference of the southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) as affected by stage of development, age, and physiological condition. *An. Soc. Entomol. Brasil* 24:437-444.
- Panizzi, A.R. 1997.** Entomofauna changes with soybean expansion in Brazil, p.166-169. In *Proceedings, World Soybean Research Conference V, Chiang Mai, 1994*. Bangkok, Kasetsart University Press, 581p.

- Panizzi, A.R., E. Hirose & E.D.M. Oliveira. 1996.** Egg allocation by *Megalotomus parvus* (Westwood) (Heteroptera: Alydidae) on soybean. *An. Soc. Entomol. Brasil* 25:537-543.
- Panizzi, A.R. & E.D.M. Oliveira. 1998.** Performance and seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* nymphs and adults on a novel food plant (pigeonpea) and soybean. *Entomol. Exp. Appl.* 88:169-175.
- Pantle, C. & D. Feir. 1976.** Olfactory responses to milkweed seed extracts in the milkweed bug. *J. Insect Physiol.* 22:285-289.
- Paradela F^o, O., C.J. Rosseto & A.S. Pompeu, 1972.** *Megalotomus parvus* Westwood (Hemiptera, alydidae), vector de *Nematospora coryli* Peglion em feijoeiro. *Bragantia* 31:5-10.
- Peregrine, D.J. 1972a.** Fine structure of sensilla baxiconica on the labium of the cotton stainer, *Dysdercus fasciatus* (Signoret) (Heteroptera: Pyrrhocoridae). *Int. J. Insect Morphol. Embryol.* 1:241:251.
- Peregrine, D.J. 1972b.** Some evidence of gustatory discrimination in the cotton stainer *Dysdercus fasciatus* Sign. (Hem., Pyrrhocoridae). *Bull. Entomol. Res.* 62:211-214.

- Prokopy, R.J., S.S. Cooley & P.L. Phelan. 1995.** Bioassay approaches to assessing behavioral responses of plum curculio adults (Coleoptera: Curculionidae) to host fruit odor. *J. Chem. Ecol.* 21:1073-1084.
- Prokopy, R.J. & E.D. Owens. 1978.** Visual generalist with visual specialist phytophagous insects: host selection behaviour and application to management. *Entomol. Exp. Appl.* 24:409-420.
- Prokopy, R.J. & E.D. Owens. 1983.** Visual detection of plants by herbivorous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 28:337-64.
- Pulliam, H.R. & T. Caraco. 1984.** Living in groups: Is there an optimal group size? p.122-147. In J.R. Krebs & N.B. Davies (eds.), *Behavioural ecology. An evolutionary approach*. Bungay, Suffolk, Blackwell Scientific Publications, 2nd ed., 493p.
- Rai, P.S. 1981.** Life cycle of rice earhead bug *Leptocorisa acuta* (Thunberg) Coreidae: Hemiptera. *J. Maharashtra Agric. Univ.* 6:252-253.
- Raman, K. 1988.** Behavioural attributes of *Oxycarenus laetus* Kirby towards different malvaceous seeds. *Phytophaga* 2:57-71.
- Romoser, W.S. 1981.** *The science of entomology*. New York, MacMillan, 575p.
- Rosseto, C.J., O. Tisseli F^o, L.F. Razera, P.B. Gallo, M.J. Pedro Jr., M.B.P. Camargo, T. Igue & J.P.F. Teixeira. 1989.** Integration of resistant cultivars and date of planting for cultivation of

soybean with reduced use of insecticides, p.1582-1587. In A.J. Pascale (ed.), IV Conferencia mundial de investigation en soja. Buenos Aires, Grafica Editora S.R.L., 550p..

Santos, C.H. 1996. Desempenho de *Megalotomus parvus* Westwood (Heteroptera: Alydidae) em plantas hospedeira e danos à soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Curitiba, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 85p.

Santos, C.H. & A.R. Panizzi. 1998a. Danos qualitativos causados por *Neomegalotomus parvus* (Westwood) em sementes de soja. An. Soc. Entomol. Brasil 27:387-393.

Santos, C.H. & A.R. Panizzi. 1998b. Nymphal and adult performance of *Neomegalotomus parvus* (Hemiptera: Alydidae) on wild and cultivated legumes. Ann. Entomol. Soc. Am. 91:445-451.

Saxena, K.N. 1963. Mode of ingestion in a heteropterous insect *Dysdercus koenigii* (F.) (Pyrrhocoridae). J. Insect Physiol. 9:47-71.

Saxena, K.N. 1969. Patterns of insect-plant relationships determining susceptibility or resistance of different plants to an insect. Entomol. Exp. Appl. 12:751-756.

Saxena, K.N. & S. Goyal. 1978. Host plant relations of the citrus butterfly *Papilio demoleus* L.: orientational and ovipositional responses. Entomol. Exp. Appl. 24:1-10.

Saxena, K.N. & P. Khattar. 1977. Orientation of *Papilio demoleus* larvae in relation to size, distance, and combination pattern of visual stimuli. J. Insect Physiol. 23:1421:1428.

Schaefer, C.W. 1980. The host plant of the alydidae, with a note on heterotypic feeding aggregations (Hemiptera: Coreoidea: Alydidae). J. Kansas Entomol. Soc. 53:115-122.

Schaefer, C.W. 1998. Phylogeny, systematics, and practical entomology: the Heteroptera (Hemiptera). An. Soc. Entomol. Brasil 27:499-511.

Schaefer, C.W. & P.L. Mitchell. 1983. Food plants of the coreoidea (Hemiptera: Heteroptera). Ann. Entomol. Soc. Am. 76:591-615.

Schaefer, C.W. & A.R. Panizzi. 1998. The correct name of "*Megalotomus*" pests of soybean (Hemiptera: Alydidae). An. Soc. Entomol. Brasil 27:669-670.

Schaeffner, J.C. & C.W. Schaefer. 1998. *Neomegalotomus* new genus (Hemiptera: Alydidae: Alydinae). Ann. Entomol. Soc. Am. 91:395-396.

- Scholz, D., A.Tchabi, C. Borgermeister, R.H. Markham, H.-M. Poehling & A. Lawson. 1997.** Host-finding behaviour of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col., Bostrichidae): primary attraction or random attack ? J. Appl. Entomol. 121:261-269.
- Schotzko, D.J. & L.E. O’Keeffe. 1990.** Ovipositional rhythms of *Thyanta pallidovirens* (Hemiptera: Pentatomidae). Environ. Entomol. 19:630-634.
- Sillén-Tullerg, B. & O. Leimar. 1988.** The evolution of gregariousness in distasteful insects as a defense against predators. Am. Nat. 132:723-734.
- Simmons, A.M. & K.V. Yeargan. 1988.** Feeding frequency and feeding duration of the green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) on soybean. J. Econ. Entomol. 81:812:815.
- Singh, S.R. & H.F. van Emden. 1979.** Insect pests of grains legumes. Annu. Rev. Entomol. 24:255-78.
- Slifer, E.H. & S.S. Sekhon. 1963.** Sense organs on tjhe antennal flagellum of the small milkweed bug, *Lygaeus kalmii* Stal (Jemiptera, Lygaeidae). J. Morphol. 112:165-93.
- Talekar, N.S., L. Huang, H. Chou & J. Ku. 1995.** Oviposition, feeding and developmental characteristics of *Riptortus linearis* (Hemiptera: alydidae), a pest of soybean. Zoological Studies 34:111-116.

- Thorsteinson A.J. 1960.** Host selection in phytophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 5: 193-218.
- Todd, J.W. 1989.** Ecology and behavior of *Nezara viridula*. *Annu. Rev. Entomol.* 34:273-292.
- Underhill. G.W. 1943.** Two pests of legumes: *Alydus eurinus* Sây and *A. pilosulus* Herrick-Schaeffer. *J. Econ. Entomol.* 36: 289-294.
- Vaishampayan, S.M., G.P. Waldebauer & M. Kogan. 1975.** Visual and olfactory responses in orientation to plants by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomol. Exp. Appl.* 18:412-22.
- Ventura, M.U. & A.R. Panizzi. 1997.** *Megalotomus parvus* West. (Hemiptera: Alydidae): Inseto adequado para experimentação e didática entomológica. *An. Soc. Entomol. Brasil* 26:579-581.
- Vernon, R.S. 1986.** A spectral zone of color preference for the onion fly, *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae), with preference to the reflective intensity of traps. *The Canadian Entomol.* 118:849-856.
- Visser, J.H. 1986.** Host odor perception in phytophagous insects. *Ann. Rev. Entomol.* 31:121-44.
- Waldbauer, G.P. & A.K. Bhattacharya. 1973.** Self-selection of an optimum diet from a mixture of wheat fractions by the larvae of *Tribolium confusum*. *J. Insect Physiol.* 19:407-418.

- Waldbauer, G.P. & S. Friedman. 1991.** Self-selection of optimal diets by insects. *Annu. Rev. Entomol.* 36:43-63.
- Walker, G.P. 1987.** Probing and oviposition behavior of the bayberry whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on young and mature lemon leaves. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 80:524-529.
- Walker, G.P. & G. Gordh. 1989.** The occurrence of apical labial sensilla in the aleyrodidae and evidence for a contact chemosensory function. *Entomol. Exp. Appl.* 51:215-224.
- Yogjun, D., Y. Fushun & T. Jue. 1995.** Structure and function of olfactory sensilla on the antennae of soybean aphids, *Aphis glycines*. *Acta Entomol. Sinica* 38:1-7.
- Yokoyama, M. 1998.** Pragas. p. 357-374. In C. Vieira, T. J. Paula Jr. & A. Borém (eds.), *Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas*. Viçosa, UFV, 596p.
- Yonke, T.R. & J.T. Medler. 1968.** Biologies of three species of *Alydus* in Wisconsin. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 61:526-531.
- Youdeowei, A. 1966.** Laboratory studies on the aggregation of feeding *Dysdercus intermedius* Distant (Heteroptera: Pyrrhocoridae). *Proc. R. Entomol. Soc. Lond.* 41:45-50.

Youdeowei, A. 1967. The reactions of *Dysdercus intermedius* (Heteroptera, Pyrrhocoridae) to moisture, with special reference to aggregation. *Entomol. Exp. Appl.* 10:194-210.