

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA

Andréa Marques Vanderlei Ferreira

Aspectos bioecológicos e químicos de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772)
(Hemiptera: Scutelleridae) **na herbivoria de *Jatropha curcas* (Linnaeus)**
(Euphorbiaceae)

Maceió

2015

ANDRÉA MARQUES VANDERLEI FERREIRA

Aspectos bioecológicos e químicos de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772)
(Hemiptera: Scutelleridae) **na herbivoria de *Jatropha curcas* (Linnaeus)**
(Euphorbiaceae)

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências e Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart
Santana
Co-orientador: Prof. Dr. Laurício Endres

Maceió

2015

Catálogo na fonte

F383a Ferreira, Andréa Marques Vanderlei.
Aspectos bioecológicos e químicos de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772)
(Hemiptera: Scutelleridae) na herbivoria de *Jatropha curcas* (Linnaeus)
(Euphorbiaceae). – 2015.
213 f. : il.: tab., graf.

Orientador: Antônio Euzébio Goulart Sant'Ana.

Co-orientador: Laurício Endres.

Tese (Doutorado em Química e Biotecnologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia, 2015.

Contém bibliografias.

1. Pinhão-manso. 2. Eficiência fotoquímica. 3. Acúmulo de biomassa. 4. Percevejo – Pinhão-manso. 5. Poliformismo. 6. Compostos cuticulares. 7. Comportamento reprodutivo. 8. Espectrometria de massa. I. Título.

CDU: 544.52



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA E
BIOTECNOLOGIA




BR 104 Km14, Campus A. C. Simões
Cidade Universitária, Tabuleiro dos Martins
57072-970, Maceió-AL, Brasil
Fone: (82) 3214-1144
Email: ppgqb.ufal@gmail.com

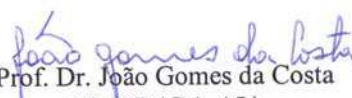
FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da Comissão Julgadora da Defesa de Tese da Doutoranda **Andréa Marques Vanderlei Ferreira**, intitulada: “**Aspectos bioecológicos e químicos de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) na herbivoria de *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae)**”, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas no dia 25 de agosto de 2015, às 09h, no Auditório do Núcleo de Pesquisa Multidisciplinar da Universidade Federal de Alagoas.

COMISSÃO JULGADORA


Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart Santana
Orientador (PPGQB-IQB-UFAL)


Prof. Dr. Josealdo Tonholo
(PPGQB - IQB - UFAL)


Prof. Dr. João Gomes da Costa
(EMBRAPA-AL)


Prof. Dr. Henrique Fonseca Goulart
(CECA-UFAL)


Prof. Dr. Chrystian Iezid Maia e Almeida Feres
(CNPq-UFAL)

Aos desencarnados Jesus Cristo, Maria (Nossa Senhora), Allan Kardec, Chico Xavier, amigas Lhô (aluna) e Marleide (paciente), Vovó Eurides, Vovô Paulo e a todos os espíritos de luz.

Aos encarnados vovó (Terezinha), vovô (Zezé), mamãe (Maria Elizabete), papai (Paulo Vanderlei), filho (Augusto), filha (Alice), marido (Fábio Fregadolli), irmãos (Adriana e José Paulo), sobrinhos (Rubens, Raíssa, Paulo Ricardo, Brenda, Pedro, João e Lorenzo), sogros (Maria de Lourdes e Luiz Artur) e cunhados (Camila, Angélica, Fabrício, Fabiana, Sérgio e Fábio).

A você que se encontra neste exato momento lendo esta tese.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antônio Euzébio por aceitar me orientar e pelos ensinamentos e conselhos prestados.

Ao Prof. Dr. Laurício Endres por me co-orientar e sua esposa Angela, pela amizade, apoio prestado ao meu filho dividindo a função de transportá-lo nas atividades escolares e oferecimento de refeições nos dias impossibilitados por mim.

As minhas amadas mãe e irmã, por cuidarem dos meus filho nos momentos em que me ausentei para participar de eventos científicos, executar experimento e escrever a tese.

Ao meu querido pai pela atenção e por toda assistência estatística prestada.

Ao Fábio Luiz Fregadolli, meu extraordinário marido, que me motivou a fazer este curso e participou ativamente na execução dos experimentos, desenvolvimento de novas metodologias e discussão dos dados.

Aos amigos e colegas da graduação, pós-graduação e laboratório de fisiologia do CECA, em especial Maria José, Renata Monteiro, Nelson, João, Thiago, Mariana, Andreza, Lusitâneo, Wbyratan, Thamilla, Cenira, Andre, Ingrid, Issis e Carla.

Ao Aldy, funcionário público mais exemplar que já conheci, por toda assistência técnica prestada e fornecimento de material. A Dona Margo pela atenção prestada no laboratório e a Cida pela limpeza do mesmo.

Aos professores do Curso, que muito colaboraram na minha formação.

Aos membros da banca de qualificação prof. Dr^a. Ruth Rufino, prof. Dr. Tonholo, Pesq. Dr. Élio, Pesq. Dr. João Gomes e prof. Dr. Henrique, que tiveram o imenso trabalho de corrigir minuciosamente esta tese. A prof. Dr^a. Sônia que apesar de não ter participado da banca disponibilizou seu tempo na correção desta tese, tendo uma contribuição bastante significativa.

A FAPEAL pela bolsa de pesquisa concedida.

DIÁRIO DE UM DOUTORANDO

Busco algo no escuro, inseguro, incerto...
Contemplo os professores, o orientador, a pesquisa, as críticas...
Aprendo com os erros, os acertos, os consertos...
Declaro as vontades, os medos, os pesadelos...
Acredito no esforço, no trabalho, nos resultados significativos ou não.
Proponho parcerias, no ensino, na pesquisa e na extensão.
Perdooo às injustiças, os preconceitos, as insanidades...
Espero...
Ah!
Como espero!
Que meus artigos sejam publicados e quem sabe, citados.
Todo doutorando é brasileiro.
Não deixa de ser um legítimo sonhador,
Grotescamente coberto de esperança.

Andréa Marques Vanderlei Ferreira

RESUMO

Pachycoris torridus (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) é o único representante da família Scutelleridae de impacto agrícola no Brasil. Esse percevejo é a principal praga da *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae), a qual produz matéria-prima para obtenção de biodiesel. O presente trabalho visa avaliar aspectos bioecológicos e químicos de *P. torridus* na herbivoria de *J. curcas*. Os experimentos foram realizados por meio de variadas metodologias, protocoladas na literatura, adaptadas as particularidades do inseto-praga, além do desenvolvimento de nova metodologia que avaliou a atratividade de *J. curcas* em diferentes direção e distância. As pesquisas foram desenvolvidas no Laboratório de Química de Produtos Naturais da Universidade Federal de Alagoas (LPqRN/UFAL), no Laboratório de Fisiologia do Centro de Ciências Agrárias (CECA/UFAL) e no campo (em Maceió e Rio Largo), no período de maio de 2011 a janeiro de 2015. Mudanças mais jovens foram mais suscetíveis ao ataque, mesmo com menor infestação, devendo ser feito o controle da praga quando ocorrerem sinais de infestação nessa fase. A sequência de categorias comportamentais que induziu a receptividade sexual antes da cópula foi descrita em doze etapas. A comunicação intraespecífica de *P. torridus* foi intermediada por emissão de compostos voláteis a curta distância, sinais vibratórios, sonoro e de tateamento, impulsionada pelo macho e reconhecida pela fêmea. Para diferenciar dos padrões já conhecidos, os 30 novos padrões cromáticos podem ser incluídos nos registros da literatura, a partir do nº28 até 57. A espécie *J. curcas* emite cairômonios a longa distância (200m) que atraem isoladamente *P. torridus* para hospedagem e herbivoria. Nas avaliações químicas os compostos identificados na cutícula de *P. torridus* foram: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, 1-Trideceno, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien-1-ol, Tetradecano e Tetradecanal. Adultos da espécie *P. torridus* liberam conteúdo das glândulas metatorácicas durante a corte e cópula, para atrair o sexo oposto, chegando a esvaziar seu reservatório. Esse percevejo não secreta feromônio sexual e o conteúdo de suas glândulas metatorácicas apresentam dupla atividade comportamental (alarme e atratividade) em concentrações diferentes. A rejeição dos machos as fêmeas com novos padrões cromáticos foi ocasionada pela presença do composto químico 1-Trideceno, bem como pelo aumento na concentração do composto (*E*)-2-Octenal.

Palavras-chave: Pinhão-mansão; Eficiência fotoquímica; Acúmulo de biomassa; Percevejo do pinhão-mansão; Polimorfismo; Compostos cuticulares; Comportamento reprodutivo; Espectrometria de massa.

ABSTRACT

Pachycoris torridus (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) is the only representative of the Scutelleridae family of agricultural impact in Brazil. This bug is the main pest of *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae), which produces raw material for the production of biodiesel. This study has as objective to evaluate bio-ecological and chemical aspects of *P. torridus* in herbivory of *J. curcas*. The experiments were performed using different methodologies, filed in literature, adapted to the particular insect pest, besides the development of new methodology that evaluated the attractiveness of *J. curcas* in different direction and distance. The research was developed in the Chemistry Laboratory of Natural Products of the Federal University of Alagoas (LPqRN/UFAL) and in Physiology Laboratory of the Agrarian Science Center (CECA/UFAL) and in the field (in the cities of Maceio and Rio Largo) during the period of May 2011 to January 2015. Younger seedlings were more susceptible to the attack even with smallest infestation, which the pest control must be done when there are signs of infestation in this stage. The sequence of behavioral categories which induced the sexual receptivity before intercourse was described in twelve steps. The intraspecific communication of *P. torridus* was brokered by emission of compound volatiles within a short distance, vibrational signals, sound and groping, driven by the male and recognized by the female. To make a difference between the patterns already known, the 30 new color patterns can be included in literature records, from number 28 to 57. *Jatropha curcas* releases kairomones long distances (200m) which isolatedly attracts *P. torridus* for hosting and herbivory. In the chemical evaluations, the compounds identified in the cuticle of *P. torridus* were: (*E*)-2-hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-hexenal, (*E*)-2-hexenyl acetate, (*E*)-2-octenal, undecane, dodecane, 1-tridecene, tridecane, (*Z,Z*)-2,7-Octadien-1-ol acetate, tetradecane and tetradecanal. Species adults *P. torridus* release content from metathoracic glands during courtship and copulation to attract the opposite sex, being able to empty their reservoir. That bug doesn't secrete sexual pheromone and contents of their metathoracic glands submit double behavioral activity (alarm and attractiveness) at different concentrations. The rejection of the males to the females with new color patterns was caused by the presence of the chemical compound 1-Tridecene, as well as by increasing the concentration of the compound (*E*)-2-Octenal.

Keywords: *Jatropha*; Photochemical efficiency; Accumulation of biomass; Bug of the *Jatropha*; Polymorphism; Cuticular compounds; Reproductive behavior; Mass spectrometry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura	1	Mapa conceitual dos capítulos da tese.....	25
Figura	2	- Plantação de <i>Jatropha Curcas</i> localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), onde os experimentos, do presente trabalho, foram conduzidos.....	28
Figura	3	Jurisdição de patentes relacionadas com <i>Jatropha curcas</i>	31
Figura	4	Principais inventores com registros de patentes relacionadas com <i>Jatropha curcas</i>	31
Figura	5	Relação entre ano e número de patentes que envolve <i>Jatropha curcas</i>	32
Figura	6	- <i>Pachycoris torridus</i> , fêmea lado esquerdo e macho lado direito. Face ventral. 1, buccula; 2, gula; 3, propleura; 4, dropleura; 5, mesosterno; 6, mesoepisterno; 7, mesoepimeron; 8, orifício (ostíolo) e canal da glândula odorífera; 9, metaepisterno; 10, luetaepimeron; 11, estigmas respiratórios dos urosternitos 2-6; 12, áreas estridulatórias; 13 e 14, segmentos da genitália; 15, 7º urosternito; 16, 6º urosternito; 17, 2º urosternito; 18, 4º segmento do lábio; 19, 3º segmento do lábio; 20, 2º segmento do lábio; 21, metasterno; 22, protorax; 23, 1º segmento do lábio; 24, labrum; 25, tylus (clipeo), 26, 5º urosternito; 27, 4º urosternito; 28, 3º urosternito (COSTA LIMA, 1940).....	38
Figura	7	- Padrão cromático básico de <i>P. torridus</i> : quantidade e posição das máculas no pronoto e escutelo.....	39
Figura	8	- <i>P. torridus</i> . A – Macho, face ventral; B – Fêmea, pata inferior direita.....	40
Figura	9	- Exúvias liberadas no processo de troca de instar da espécie <i>P. torridus</i> : (A) 1º instar; (B) 2º instar; (C) 3º instar; (D) 4º instar; (E) 5º instar e (F) Exúvias de todos os instares, em fileira na ordem crescente.....	41
Figura	10	- Tratamentos (5 fêmeas, 5 machos e controle/sem percevejos): mudas cobertas com telas antiofídicas para evitar entrada ou saída de insetos.....	73
Figura	11	- Avaliações no campo.....	89

Figura 12	- Croqui do experimento.....	90
Figura 13	- Variação (%) dos efeitos direção, distância, tempo, fileiras e grupos.....	96
Figura 14	- Croqui da plantação de <i>Jatropha curcas</i> (ausência de plantas nas áreas marcadas de preto).....	97
Figura 15	- Sexagem de <i>P. torridus</i>	105
Figura 16	- Cópulas de <i>P. torridus</i>	106
Figura 17	Etograma do comportamento pré-cópula de <i>P. torridus</i>	109
Figura 18	- Variação (%) do número de cópula. Avaliações a cada sete dias.....	110
Figura 19	- Posturas de <i>P. torridus</i> com ovos depositados em massas e formato de hexágono. Inicialmente amarelos e percorrendo as cores rosa e vermelho.....	112
Figura 20	- Ninfas de 2º instar sob a guarda da mãe.....	114
Figura 21	- Fêmeas e ninfas agrupadas entre si e fêmeas agrupadas com ninfas na escotofase.....	115
Figura 22	- Estruturas químicas dos compostos identificados nos extratos.....	133
Figura 23	- Partes do inseto: A - pronoto e escutelo; B – segmentos terminais do abdome; C - glândula metatorácica, com reservatório; D - corpo todo do inseto copulando.....	150
Figura 24	- Estruturas químicas dos compostos identificados nos extratos.....	157
Figura 25	- Criação de percevejos da espécie <i>P. torridus</i> , no insetário do LPqRN/UFAL.....	178
Figura 26	- Padrões cromáticos: grupo 1 (novos padrões cromáticos) e 2 (padrão cromático básico).....	179
Figura 27	- Arenas descartáveis, modelo BugDorm-43030 Insect Cage - BD43030. Criação localizada no campo para realização dos ensaios. Teladas com cinco mudas trocadas uma vez ao mês, com capacidade máxima para 25 insetos.....	180
Figura 28	- Novos padrões cromáticos de <i>P. torridus</i> (fêmeas): n.º. 28 a 33.....	182

Figura 29	- Novos padrões cromáticos de <i>P. torridus</i> (machos): nº. 34 a 39.....	183
Figura 30	- Novos padrões cromáticos de <i>Pachycoris torridus</i> (machos): nº. 40 a 44.....	185
Figura 31	- Novos padrões cromáticos de <i>Pachycoris torridus</i> (machos): nº. 45 a 49.....	186
Figura 32	- Novos padrões cromáticos de <i>Pachycoris torridus</i> (machos): nº. 50 a 54.....	187
Figura 33	- Novos padrões cromáticos de <i>Pachycoris torridus</i> (machos): nº. 55 a 57.....	188
Figura 34	- Descrição da face dorsal (diferenças nos padrões cromáticos) de <i>Pachycoris torridus</i>	190
Figura 35	- Mudança de cor (de amarelo para a cor padrão que permanecerá por toda vida) do exoesqueleto de <i>P. torrius</i> após se tornar um organismo adulto.....	194
Figura 36	- Ordem decrescente da distribuição das concentrações (%) dos compostos voláteis presentes nos extratos analisados representados por suas estruturas químicas.....	201

LISTA DE TABELAS

Tabela	1	-	Comparação de médias da eficiência fotoquímica (eficiência quântica máxima (Fv/Fm tarde) e eficiência quântica efetiva (Φ PSII)).....	76
Tabela	2	-	Trocas gasosas (assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO ₂ (Ci), eficiência do uso da água (EUA), eficiência instantânea de carboxilação (EC) e eficiência intrínseca no uso da água (EIUA)).....	77
Tabela	3	-	Altura, diâmetro, área foliar e índice SPAD de <i>J. curcas</i> sob herbivoria de <i>P. torridus</i>	78
Tabela	4	-	Comparação de médias da massa seca da folha, pecíolo, caule, raiz e massa seca total de plantas submetidas à herbivoria por <i>P. torridus</i> e controle (muda sem insetos).....	79
Tabela	5	-	Médias do FV-FM madrugada, FV-FM tarde, YIELD e SPAD de plantas submetidas à herbivoria de <i>P. torridus</i> e controle (muda sem insetos).....	80
Tabela	6	-	Médias do comprimento do caule, pecíolo, raiz, e número de folhas de plantas submetidas à herbivoria e controle (muda sem insetos).....	80
Tabela	7	-	Médias da massa fresca, massa seca da folha, raiz + caule + pecíolo e total de plantas submetidas à herbivoria e controle (muda sem insetos).....	81
Tabela	8	-	Densidade populacional de <i>P. torridus</i> em plantação de <i>J. curcas</i> (n=474). Coleta aleatória de 7 em 7 dias, com início em 26 de julho de 2013. Foram coletadas, somente, duas fêmeas guardando postura, sendo uma na 3 ^a e outra na 4 ^a coleta.....	93
Tabela	9	-	Densidade populacional de <i>P. torridus</i> em plantação de <i>J. curcas</i> (n=474). Coleta geral de 7 em 7 dias, com início em 29 de agosto de 2013.....	93
Tabela	10	-	Contingência, Grau de Liberdade (GL), Qui-quadrado (X ²) Calculado/Tabelado e Significância dos efeitos: (1) direção, (2) distância, (3) tempo, (4) fileira, (5) grupos de <i>P. torridus</i> machos e fêmeas.....	95

Tabela	11	-	Avaliação do comportamento reprodutivo e aspectos biológicos de <i>P. torridus</i>	110
Tabela	12	-	Análise de variância dos efeitos dos métodos de extração da cutícula e do gênero de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos. Dados transformados em arco seno $\sqrt{X(\%)}$	127
Tabela	13	-	Médias dos métodos de extração da cutícula de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.....	128
Tabela	14	-	Médias do gênero de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.....	129
Tabela	15	-	Análise de variância do efeito do gênero dentro de métodos de extração da cutícula de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos. Dados transformados em arco seno $\sqrt{X(\%)}$	130
Tabela	16	-	Efeito do gênero dentro de métodos de extração da cutícula de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos....	131
Tabela	17	-	Distribuição das porcentagens (em ordem decrescente) das médias das concentrações dos compostos químicos orgânicos dos métodos de extração da cutícula de <i>P. torridus</i> de acordo com o gênero.....	132
Tabela	18	-	Tempos de retenção (t_R) e índices de Kovats (KI) calculados para os compostos presentes no conteúdo do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos/10 minutos com/sem anestesia prévia de adultos machos e fêmeas da espécie <i>P. torridus</i>	134
Tabela	19	-	Análise de variância do efeito do gênero dentro de partes do inseto <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.....	153
Tabela	20	-	Médias do efeito do gênero dentro de partes do inseto <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.....	154
Tabela	21	-	Análise de variância dos efeitos de partes do inseto e do gênero de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos	

		compostos químicos orgânicos presentes nos extratos. Dados transformados em arco seno $\sqrt{X (\%)}$	155
Tabela	22	- Médias do efeito de partes do inseto de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.....	155
Tabela	23	- Médias do efeito de gênero de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.....	156
Tabela	24	- Tempos de retenção (t_R) e índices de Kovats (KI) calculados para os compostos presentes no conteúdo do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos/10 minutos com/sem anestesia prévia de adultos machos e fêmeas da espécie <i>P. torridus</i>	158
Tabela	25	- Distribuição das porcentagens (em ordem decrescente) das médias das concentrações.....	159
Tabela	26	- Distribuição (%) do colorido das máculas presentes no pronoto e escutelo de machos e fêmeas de <i>P. torridus</i> ...	192
Tabela	27	- Médias do efeito de padrões cromáticos de <i>P. torridus</i> em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.....	199
Tabela	28	- Tempos de retenção (t_R) e índices de Kovats (KI) calculados para os compostos presentes no conteúdo do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos/10 minutos com/sem anestesia prévia de adultos machos e fêmeas da espécie <i>P. torridus</i>	202

LISTA DE QUADROS

Quadro	1	-	Características dos grupos de insetos.....	91
Quadro	2	-	Dinâmica espacial de <i>P. torridus</i> em quatro coletas realizada na plantação de <i>J. curcas</i>	98
Quadro	3	-	Numeração dos padrões cromáticos identificados até os dias atuais.....	191
Quadro	4	-	Temas de pesquisas concluídas, em processo de escrita dos artigos.....	210
Quadro	5	-	Resumos publicados em eventos nacionais e internacionais.....	211

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	22
1.1	Referências.....	25
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1	<i>Jatropha curcas</i> (Linnaeus) (Euphorbiaceae).....	27
2.1.1	Publicações sobre <i>Jatropha curcas</i>	30
2.2	Eficiência fotoquímica do processo fotossintético.....	32
2.3	<i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae).....	35
2.3.1	Morfologia.....	37
2.3.1.1	Padrões cromáticos.....	39
2.3.2	Glândulas.....	40
2.3.3	Reprodução e ciclo biológico.....	41
2.3.3.1	Desenvolvimento embrionário.....	42
2.4	Distribuição geográfica de percevejos (insetos-praga).....	42
2.5	Corte e cópula de percevejos.....	45
2.6	MIP.....	47
2.7	Semioquímicos.....	47
2.7.1	Feromônios.....	48
2.7.1.1	Feromônios de alarme.....	50
2.7.1.2	Compostos cuticulares.....	56
2.8	Referências.....	57
3	AVALIAÇÃO DAS INJÚRIAS CAUSADAS POR <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) EM MUDAS DE <i>Jatropha curcas</i> (Euphorbiaceae).....	70
3.1	Resumo.....	70
3.2	Abstract.....	71
3.3	Introdução.....	71

3.4	Material e métodos.....	72
3.4.1	Variáveis analisadas.....	74
3.4.1.1	Eficiência fotoquímica.....	74
3.4.1.2	Trocas gasosas.....	75
3.4.1.3	Índice SPAD e análise de crescimento (fenologia).....	75
3.4.1.4	Pesagem e obtenção de massa seca.....	77
3.4.2	Análise estatística.....	76
3.5	Resultados e discussão.....	76
3.6	Conclusão.....	82
3.7	Referências.....	83
4	DENSIDADE POPULACIONAL E DINÂMICA ESPACIAL DE <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae): avaliação da atratividade de <i>Jatropha curcas</i> (Linnaeus) (Euphorbiaceae) sobre essa praga em diferentes direção e distância.....	86
4.1	Resumo.....	86
4.2	Abstract.....	87
4.3	Introdução.....	87
4.4	Material e métodos.....	89
4.4.1	Análise estatística.....	92
4.5	Resultados e discussão.....	92
4.6	Conclusão.....	100
4.7	Referências.....	100
5	ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae).....	102
5.1	Resumo.....	102
5.2	Abstract.....	103
5.3	Introdução.....	103

5.4	Material e métodos.....	104
5.4.1	Análise estatística.....	107
5.5	Resultados e discussão.....	107
5.5.1	Descrição do comportamento de corte e cópula.....	107
5.5.2	Variáveis analisadas no comportamento reprodutivo e ciclo biológico	109
5.6	Conclusão.....	117
5.7	Referências.....	118
6	PERFIL QUÍMICO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS PRESENTES NA CUTÍCULA DE MACHOS E FÊMEAS DA ESPÉCIE <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) SUBMETIDOS OU NÃO A PROCEDIMENTO ANESTÉSICO EM DIFERENTE TEMPO.....	121
6.1	Resumo.....	121
6.2	Abstract.....	122
6.3	Introdução.....	122
6.4	Material e métodos.....	123
6.4.1	Preparação dos extratos.....	124
6.4.2	Análise química dos extratos.....	124
6.4.2.1	Cromatografia gasosa (GC) com detector por ionização em chama (DIC).....	124
6.4.2.2	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC- EM).....	125
6.4.3	Delineamento e análise estatística.....	125
6.5	Resultados e discussão.....	126
6.6	Conclusão.....	140
6.7	Referências.....	141

7	COMPOSTOS ORGÂNICOS CUTICULARES ENVOLVIDOS NO COMPORTAMENTO DE CORTE E CÓPULA DE <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae)	145
7.1	Resumo.....	145
7.2	Abstract.....	146
7.3	Introdução.....	146
7.4	Material e métodos.....	148
7.4.1	Preparação dos extratos.....	149
7.4.1.1	Corte.....	149
7.4.1.2	Cópula.....	149
7.4.2	Análise química dos extratos.....	150
7.4.2.1	Cromatografia gasosa (GC) com detector por ionização em chama (DIC).....	150
7.4.2.2	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-EM).....	151
7.4.3	Delineamento e análise estatística.....	151
7.5	Resultados e discussão.....	152
7.6	Conclusão.....	169
7.7	Referências.....	170
8	NOVOS PADRÕES CROMÁTICOS DE <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) E SUA RELAÇÃO COM OS COMPOSTOS ORGÂNICOS CUTICULARES	173
8.1	Resumo.....	173
8.2	Abstract.....	174
8.3	Introdução.....	175
8.4	Material e métodos.....	177
8.4.1	Preparação dos extratos.....	179
8.4.2	Análise química dos extratos.....	180

8.4.2.1	Cromatografia gasosa (GC) com detector por ionização em chama (DIC).....	180
8.4.2.2	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-EM).....	181
8.4.3	Análise estatística.....	181
8.5	Resultados e discussão.....	181
8.5.1	Diferenças fenotípicas.....	181
8.5.2	Compostos químicos voláteis.....	197
8.6	Conclusão.....	204
8.7	Referências.....	205
	ANEXOS	210

1 INTRODUÇÃO GERAL

A espécie *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) produz matéria-prima para obtenção de biodiesel. O seu alto conteúdo de óleo e baixo custo de produção tornam-a uma cultura altamente promissora sob o ponto de vista econômico e social, uma vez que se desenvolve em pequenas propriedades, com a mão-de-obra familiar disponível. Por isso, é cultivada em vários países, dentre eles: China, Índia, Filipinas, Malásia, Nicarágua, Honduras e Brasil (SATURNINO et al., 2005).

Os desafios de abastecimento de energia também podem ser enfrentados com o líquido biocombustível, que é produzido facilmente pelo pinhão-manso (ACHTEN et al., 2008), nome o qual a *J. curcas* é conhecida popularmente (DRUMMOND et al., 1984).

Doenças e insetos-praga que acometem a espécie *J. curcas* precisam ser investigados devido as contradições dos pesquisadores quanto a resistência dessa cultura (ALBUQUERQUE et al., 2008). Sabe-se que o percevejo da espécie *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) é a principal praga da *J. curcas*. A herbivoria realizada em seus frutos, por ninfas e adultos dessa espécie de percevejo afeta a formação do endosperma e promove queda da flor, bem como chochamento das sementes em função da sucção de frutos imaturos. Em consequência, escurecimento, deformidade, queda dos mesmos (aborto prematuro) e/ou diminuição de seu tamanho, afetando, assim, a produção de óleo, a qual pode ser reduzida até 50% (AMERICA, 2007; RODRIGUES et al., 2011; GABRIEL; FRANCO, 2012).

Pachycoris torridus é o único representante da família Scutelleridae de impacto agrícola no Brasil (MONTE, 1937; GALLO et al., 2002). Apresenta um aparelho bucal sugador desde ninfa, que se torna maior e mais resistente ao atingir a fase adulta, a ponto de sugar qualquer parte da planta, mas sua maior preferência, na fase adulta, é o fruto verde ou maduro da *J. curcas*, quando presente. (AMERICA, 2007; NAVA, DELMAR, 2009; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010; RODRIGUES et al., 2011; GABRIEL; FRANCO, 2012). Por isso, investigar as injúrias causadas por *P. torridus* em mudas de *J. curcas*, visa avaliar a resistência dessa cultura nos estádios iniciais.

Segundo Rodrigues et al. (2011) o maior dano em frutos e sementes de *J. curcas* é provocado por fêmeas da espécie *P. torridus*, o que pode ser explicado pela sua necessidade de adquirir reservas nutricionais para o desenvolvimento de óvulos e proteção das posturas. Em mudas de *J. curcas*, o maior dano também pode ser ocasionado por fêmeas, devido a mesma necessidade. O processo fotossintético pode ser prejudicado, conseqüentemente menor desenvolvimento da planta, seguido posteriormente de redução da produção de óleo.

Espécies do gênero *Pachycoris* são semelhantes (GABRIEL; FRANCO, 2012) e essa aparência similar confunde pesquisadores, por isso o percevejo *P. torridus* foi descrito oito vezes como sendo uma nova espécie (COSTA LIMA, 1940). O colorido de seu corpo é bem variado, assim como o padrão de suas manchas situadas no pronoto e escutelo (MONTE, 1937, GALLO et al., 1988). *Pachycoris klugii* (Burmeister, 1835) (Hemiptera: Scutelleridae) também possui coloração aposemática, apresentando-se em verde metálico brilhante com manchas amarelas, laranjas, ou vermelhas; tal percevejo foi registrado erroneamente como sendo o da espécie *P. torridus* (PEREDO, 2002).

É extremamente necessário um estudo dos aspectos bioecológicos, com ênfase nos comportamentos de corte e cópula, bem como da capacidade de oviposição de *P. torridus*, que complemente as pesquisas de Santos et al. (2005), Rodrigues I et al. (2011), Gabriel et al. (2012) e Borges Filho et al. (2013), que tratam dos aspectos biológicos e reprodutivo dessa espécie. Essas informações são cruciais na busca da composição feromonal, a fim de adotar medidas no controle comportamental dessa praga.

A comunicação química dos insetos se faz por um grande número de substâncias (semioquímicos) com estruturas químicas variadas. Indivíduos da mesma espécie se comunicam através de semioquímicos do tipo feromônios (PARK, 2002). Tais compostos fazem parte de um universo bastante amplo dessa comunicação, por isso o controle comportamental através de feromônios vem conquistando o mercado.

Cada espécie possui o seu próprio código de comunicação baseado nas diferenças estruturais dos compostos, que permite criar uma linguagem entendida

apenas por insetos da mesma espécie (BJOSTAD, 1998). Os sinais químicos, emitidos por eles, desempenham funções vitais, como: defesa, seleção de plantas hospedeiras, localização de presas, corte, acasalamento e escolha de locais para oviposição (TEGONI et al., 2004).

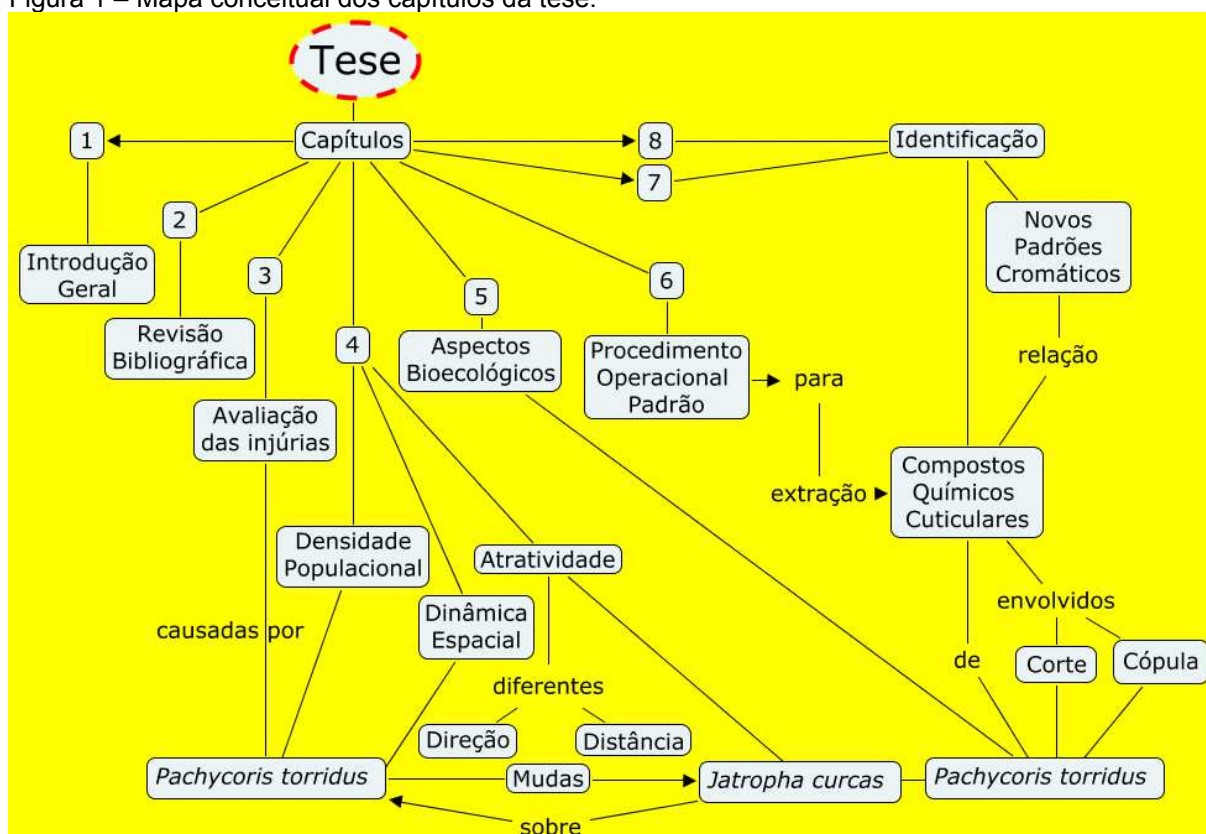
As ações de controle comportamental através do uso de feromônios fazem parte de um modelo preconizado para a agricultura do futuro, por ser uma técnica que tem alta especificidade, onde nenhum resíduo químico é depositado no meio ambiente, sendo assim não há efeito deletério às espécies animais e vegetais (ZARBIN; RODRIGUES; COSTA LIMA, 2009).

Este trabalho interdisciplinar objetivou explorar aspectos relacionados com a Agronomia, Biologia, Bioecologia e Ecologia Química, com ênfase nessas duas últimas ciências. Experimentos que envolveram injúrias causadas por *P. torridus* em *J. curcas*, desidade populacional de *P. torridus*, atratividade dessa cultura sobre o mesmo percevejo, aspectos biológicos, comportamento reprodutivo, padrões cromáticos e compostos químicos cuticulares, foram realizados por meio de variadas metodologias protocoladas na literatura, adaptadas as particularidades do inseto-praga, além do desenvolvimento de novas metodologias que pudessem elucidar questionamentos surgidos durante a execução do projeto de pesquisa.

A tese foi dividida em oito capítulos (Figura 1). A revisão de literatura encontra-se no Capítulo 2. Os capítulos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 representam as pesquisas, que se dividem em dois aspectos: bioecológicos, com abordagens biológicas e agronômicas (capítulos 3, 4 e 5); químicos (capítulos 6, 7 e 8), com abordagens em ecologia química. O capítulo 6 preconiza a elaboração de um procedimento operacional padrão (POP) para elaboração de extratos por imersão do corpo todo do percevejo, o qual foi adotado nos capítulos posteriores. As análises químicas dos capítulos 7 e 8 são frutos das hipóteses levantadas nas investigações apresentadas no capítulo 5. Seguem os objetivos de cada capítulo: 3 - avaliar as injúrias causadas por *P. torridus* em mudas de *J. curcas*; 4 – obter a densidade populacional de *P. torridus* e a atratividade da *J. curcas* sobre essa praga em diferentes direção e distância; 5 - descrever e avaliar os aspectos bioecológicos de *P. torridus*; 6 – elaborar um procedimento operacional padrão (POP) para extração de compostos químicos cuticulares de machos e fêmeas de *P. torridus*; 7 -

identificar e quantificar os compostos orgânicos cuticulares envolvidos no comportamento reprodutivo; 8 - apresentar novos padrões cromáticos e relacioná-los com as concentrações de compostos orgânicos cuticulares presentes em fêmeas da espécie *P. torridus* que foram rejeitadas por machos durante a corte.

Figura 1 – Mapa conceitual dos capítulos da tese.



Fonte: Elaborada pela autora.

1.1 Referências

ACHTEN, W. M. J. et al. *Jatropha* biodiesel production and use. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 12, p. 1063–1084, 2008.

ALBUQUERQUE, U.P., LUCENA, R.F.P., CUNHA, L.V.F.C. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**, 2ª ed. Comunigraf, Recife, 2008.

AMERICA, C. *Jatropha* cultivation. **Jatropha: a smallholder bioenergy crop**. [S.l.: s.n.] 2007. v. 8, p. 27–40.

BJOSTAD, L. B. Insect eletroantennogram responses to semiochemicals recorded with na inexpensive personal computer. **Physiological Entomology**, vol. 13, p. 139-145, 1998.

- BLATT, S. E. et al. Alarm pheromone system of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 24, n. 6, 1998.
- BORGES FILHO, R. da C. et al. Development of *Pachycoris torridus* (Hemiptera : Scutelleridae) on *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) and *Aleurites fordii* (Euphorbiaceae). **Florida Entomological Society**, v. 96, n. 3, p. 1149–1157, 2013.
- BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Primeiro registro de *Pachycoris torridus* (Scopoli , 1772). **Ciências Agrotecnica**, p. 1654–1657, 2010.
- DRUMMOND, O.A. et al. **Cultura do pinhão manso**. Belo Horizonte: Epamig, 1984. 99p.
- GALLO, D. et al. Entomologia. Agrícola. **FEALQ**, Piracicaba, 2002, 920p.
- COSTA LIMA, A. da C. Capítulo XXII, 2º Tomo: Ordem Hemiptera. **Insetos do Brasil**. Escola Nacional de Agronomia, Série Didática, n.º 3. 1940, p. 3–351.
- MONTE, O. Algumas variações nos desenhos e cores de *Pachycoris torridus* (Scopoli). **O Campo**, n. Janeiro, p. 71, 1937.
- NAVA, D. E.; DELMAR, S. Insetos Praga e Benéficos na Cultura do Tunge. Embrapa Clima Temperado. 1. ed. Pelotas: Embrapa, n. 276, 2009. 13 p.
- PARK, K. C. et al. Odor discrimination using insect eletroantennogram responses from an insect antennal array. **Chemical Senses**, Oxford, V. 27, p. 343-352, 2002.
- PEREDO, L. C. Description, Biology, and Maternal Care of *Pachycoris Klugii* (Heteroptera: Scutelleridae). **Florida Entomologist**, v. 85, n. 3, p. 464–473, 2002.
- RODRIGUES, S. R. et al. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoris torridus* em pinhão – manso. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 356–360, 2011.
- SANTOS, J. C. et al. Ecology and behavior of *Pachycoris torridus* (Hemiptera : Scutelleridae): new host plant , color polymorphism , maternal care and parasitism. **Lundiana**, v. 6, n. 2, p. 107–111, 2005.
- SATURNINO, H.M. et al. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.44-78, 2005.
- TEGONI, M. et al. Structural aspects of sexual attraction and chemical communication in insects. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 29, p. 257-264, 2004.
- ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722–731, 2009.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae)

O gênero *Jatropha*, pertencente à família Euphorbiaceae, segunda mais representativa da Caatinga em número de espécies, superada apenas por Leguminosae (SAMPAIO, 1995). É constituído por 175 espécies distribuídas pela América Tropical, Ásia e África (WEBSTER, 1994; AUGUSTUS; JAYABALA; SEILERB, 2002), podendo ser monóicas, dióicas, hemafroditas ou raramente poligâmicas (GALLINDO, 1985), atingindo dois a três metros de altura (ARRUDA et al., 2004). Vários grupos de polinizadores visitam as espécies desse gênero (WEBSTER, 1994).

A família Euphorbiaceae foi considerada a terceira família com maior número em espécies, cerca de 8000, distribuída principalmente em regiões tropicais. Representada por 317 gêneros, presentes em vários biomas. Na Caatinga, foram registradas 73 espécies, das quais 17 endêmicas, superada apenas por Fabaceae e Convolvulaceae (WEBSTER, 1994; GIULIETTI et al., 2006).

A espécie *Jatropha curcas* é popularmente conhecida como pinhão manso, pinhão do Paraguai, purgueira, pinha-de-purga, grão-de-maluco, pinhão-de-cerca, pinhão-bravo, figo-do-inferno, pinhão-das-barbadas (DRUMMOND et al., 1984). Essa planta é perene, de fácil cultivo (SATURNINO et al., 2005).

O pinhão-manso é considerado uma alternativa para enfrentar os desafios de abastecimento de energia, seu óleo pode ser facilmente convertido em líquido biocombustível (ACHTEN et al., 2008), que atende aos padrões da Europa e Estados Unidos (AZAM; WARIS; NAHAR, 2005; TIWARI; KUMAR; RAHEMAN, 2007).

O semiárido nordestino possui características climáticas (balanço hídrico, insolação, precipitações e temperatura) diferenciadas das demais regiões do Brasil. Essas características climáticas faz com que o pinhão-manso seja considerado uma opção agrícola, por ser uma espécie nativa e com forte resistência à seca (ARRUDA et al., 2004), além de apresentar todas as qualidades necessárias para ser transformada em biodiesel (PURCINO; DRUMMOND, 1986).

Segundo Forson, Oduro, Hammond (2004) e Severino et al. (2006) a espécie *J. curcas* é tolerante a longos períodos de estiagem e precipitações pluviométricas entre 600 e 1.500 mm ano⁻¹, podendo ser cultivada em região semiárida e em terras de pouca fertilidade “marginais” (terrenos acidentados; terras ao longo de canais de irrigação e de linhas férreas; em solos degradados por plantios intensivos, pastoreio ou mineração), desenvolvendo-se de acordo as condições climáticas dessas regiões.

Para Albuquerque, Lucena e Cunha (2008), a resistência a pragas e doenças, em *J. curcas* (Figura 2), é algo que precisa ser elucidado. Sabe-se que o *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) é a principal praga, no entanto já foi constatada a ocorrência de outras, como: cigarrinha-verde (*Empoasca* sp (Hemiptera: Cicadellidae), ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae), ácaro vermelho *Tetranychus* sp (Thysanoptera: Thripidae) (SATURNINO et al., 2005).

Figura 2 - Plantação de *J. Curcas* localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), onde os experimentos, do presente trabalho, foram conduzidos.



Fonte: Elaborada pela autora.

Jatropha curcas é uma espécie de grande valor econômico. Essa matéria-prima é usada na obtenção do biodiesel, como também, na construção de cerca viva, em indústrias farmacêuticas e cosméticas, na fabricação de sabão e tinta, no controle de erosão (redução da erosão do vento ou da água), como torta (adubo orgânico muito valioso) (OPENSHAW, 2000; AUGUSTUS; JAYABALA; SEILERB, 2002).

O governo brasileiro, em 2004, lançou um programa para reduzir ainda mais a dependência dos combustíveis fósseis na perspectiva de alavancar o cultivo de outras plantas com potencial para biodiesel. (SUAREZ; MENEGUETTI; FERREIRA, 2006).

O biodiesel foi introduzido na matriz energética brasileira a partir de 13 de janeiro de 2005, quando foi criada a Lei nº 11.097, a qual ampliou a competência administrativa da Agência Nacional de Petróleo (ANP), que passou a denominar-se de Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. A ANP é responsável por estabelecer as normas regulatórias, autorizar e fiscalizar as atividades relacionadas à produção, transporte, transferência, armazenagem, estocagem, importação, exportação, distribuição, comercialização e avaliação de conformidade e certificação de biocombustíveis. O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo (ANP, 2015).

Em 2008, pinhão-mansão atraiu milhões de dólares em investimentos por ser considerada a matéria-prima que iria revolucionar a produção de biocombustíveis. Porém, os agricultores se depararam com a baixa quantidade de sementes obtida na safra ao ponto de não permitir uma rentabilidade razoável, por isso o pinhão-mansão caiu em descrédito. Seis anos depois essa cultura foi domesticada (pinhão manso híbrido), graças a avanços no campo da genética molecular e na tecnologia de sequenciamento de DNA, por uma empresa norte-americana (SGB), sediada em San Diego, a qual desenvolveu a “*Jatropha 2.0*”, nome batizado pelos funcionários desse startup (BIODIESELBR, 2014).

O lançamento da “*Jatropha 2.0*” atraiu olhares dos gigantes do setor energético, empresas de aviação e transnacionais que buscavam alternativas para os combustíveis, caso houvesse um aumento nos preços do petróleo, além de

promover uma alternativa que se adequasse as leis que determinam o uso de combustíveis com baixo teor de carbono. A SGB objetivou produzir 260 milhões de litros de combustível por ano e já tem contratos assinados para plantar 100 mil hectares no Brasil, Índia e outros países. Jim Rekoske, vice-presidente de energias renováveis e produtos químicos da Honeywell, ao visitar os plantios de pinhão-manso da empresa na América Central disse: “É um dos poucos biocombustíveis que, acredito, tem potencial para suprir uma grande parcela do combustível utilizado hoje na aviação” (BIODIESELBR, 2014).

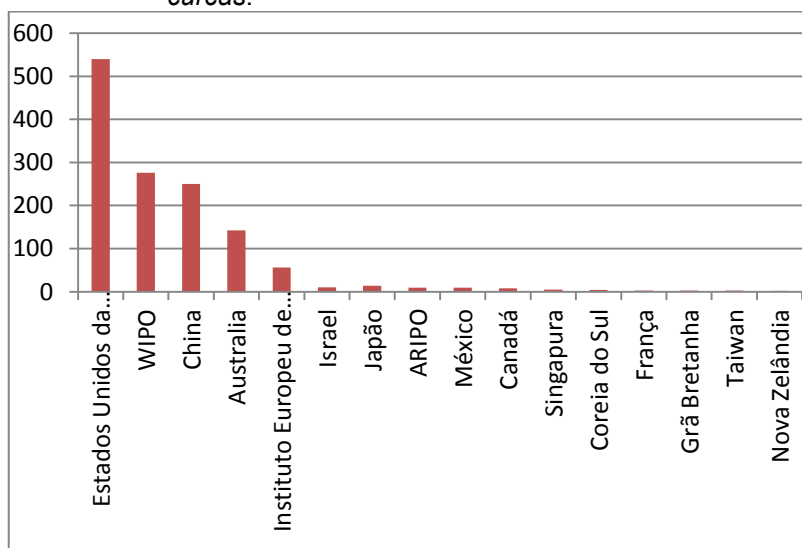
A produção de líquido bioenergético a partir de óleos vegetais é um negócio em expansão, esse mecanismo de desenvolvimento limpo (baixa emissão de carbono) e renovável tem atraído olhares de empresários, políticos e pesquisadores, isto se deve a necessidade de minimizar o uso de poluentes (combustíveis fósseis) que emitem gases de efeito estufa. De acordo com a National Biodiesel Board (associação que representa a indústria de biodiesel nos Estados Unidos) a queima de biodiesel pode emitir em torno de 67% menos hidrocarbonetos; 48% menos monóxido de carbono e 47% menos material particulado (que penetra nos pulmões) (ANP, 2015).

2.1.1 Publicações sobre *Jatropha curcas*

A plataforma Lens é uma infra-estrutura cibernética global aberta para tornar o sistema de inovação mais eficiente, justo, transparente e inclusivo. Ao realizar pesquisa nessa plataforma usando os descritores integrados, *Jatropha curcas*, obteve-se 619 resultados referentes a patentes. Tais patentes (n=1.348) estão sob a jurisdição (Figura 3) do Instituto Europeu de Patentes, Organização Regional Africana de Propriedade Intelectual (ARIPO), Organização de Patentes da Eurásia, Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) e de mais 26 países, dos quais 13 não foram inseridos na Figura 3 por apresentarem apenas uma patente, sendo eles: Costa Rica, Cuba, Egito, El Salvador, Espanha, Hong Kong, Alemanha, Malásia, Marrocos, Peru, República Dominicana, Rússia e Sérvia, além da Organização de Patentes da Eurásia que também só apresentou uma patente. Marker Terry L, Kalnes Tom N e Mccall Michael J são os principais

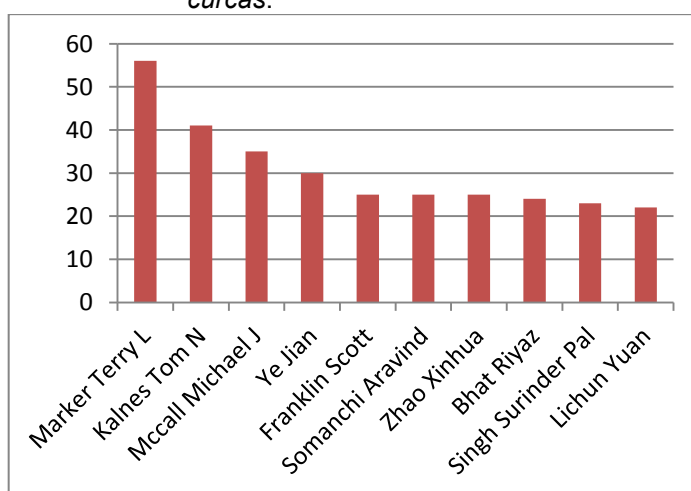
inventores (Figura 4). A primeira patente foi publicada em 1980, nessa década era publicada em média 0,8 patente por ano. A partir de 2004 houve um acréscimo considerável, como mostra a Figura 5 e a maior explosão foi em 2013 com 217 patentes registradas (LENS, 2015).

Figura 3 – Jurisdição de patentes relacionadas com *Jatropha curcas*.

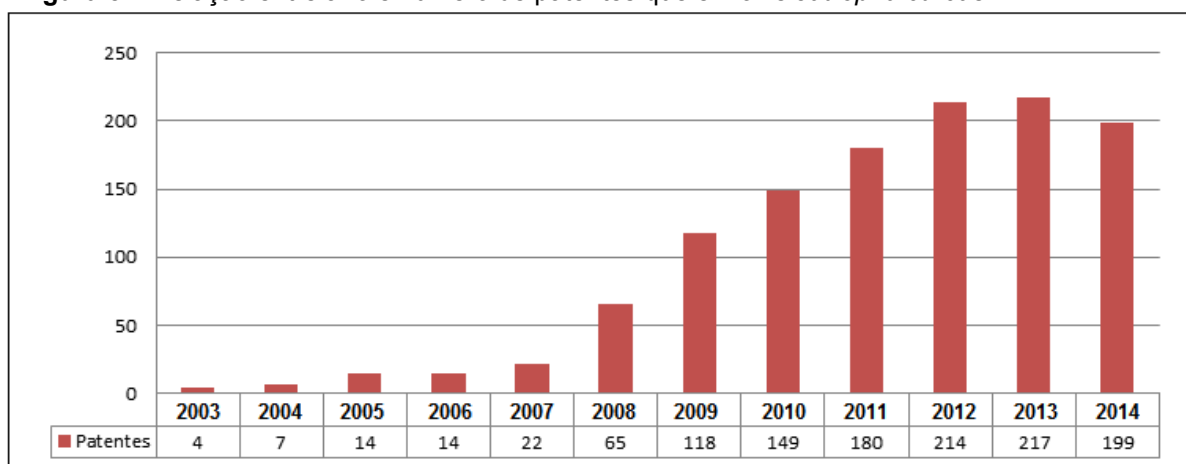


Fonte: Elaborada pela autora. Obtidos do banco de dados “lens. Org” (2015).

Figura 4 – Principais inventores com registros de patentes relacionadas com *Jatropha curcas*.



Fonte: Elaborada pela autora. Obtidos do banco de dados “lens. Org” (2015).

Figura 5 – Relação entre ano e número de patentes que envolve *Jatropha curcas*.

Fonte: Elaborada pela autora. Obtidos do banco de dados “lens. Org” (2015).

O Portal Periódicos da CAPES (uma das maiores bibliotecas virtuais do mundo, lançado em novembro de 2000), é uma das ferramentas, que contribui de maneira significativa, por meio do acesso ao conteúdo científico de alto nível, no âmbito acadêmico nacional. Ao acessar esse portal usando os descritores integrados, *Jatropha curcas* foi possível obter 4.949 publicações relacionadas a esses termos, do tipo: artigos (n=4.131), dissertações (n=357), artigos de jornal (n=317), recursos textuais (n=109), atas de congressos (n=44) e livros (n=6). Publicados em diversos idiomas, dentre eles: inglês, português, espanhol, alemão, francês, holandês, chinês, indonésio, tailandês, russo, japonês e hindu. Disponíveis em 20 coleções, das quais seis possuem mais de 100 publicações, como: OneFile (GALE) (n=2.085), SciVerse ScienceDirect (Elsevier) (n=1.289), MEDLINE/PubMed (NLM) (n=1.042), SpringerLink (n=750), Directory of Open Access Journals (DOAJ) (n=497), SciELO Brazil (Scientific Electronic Library Online) (n=127) e PMC (PubMed Central) (n=123) (PORTAL PERIÓDICOS DA CAPES, 2015).

2.2 Eficiência fotoquímica do processo fotossintético

A revisão de literatura apresentada abaixo sobre esse tópico envolve parâmetros fisiológicos e morfológicos avaliados nos experimentos com mudas de *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae), que se encontram no capítulo 3 desta tese.

O processo de conversão da energia luminosa em energia química, conhecido como fotossíntese ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$), principal fonte de carbono orgânico e de energia, permite que os vegetais incorporem biomassa. A medição da fotossíntese é uma maneira de avaliar o crescimento vegetal. Os pigmentos cloroplastídicos da folha absorvem a energia luminosa e reemitem parte na forma de fluorescência. Alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos provocam mudanças nas características dos sinais dessa fluorescência (BAKER; ROSENQVST, 2004; SANTOS, 2008; CORRÊA; ALVES, 2010; WARDERLEY FILHO, 2011).

Para que as atividades fotossintéticas das plantas aconteçam satisfatoriamente é necessário que alguns fatores extrínsecos estejam presentes e em quantidades recomendáveis, são eles: luminosidade, temperatura, pluviosidade, CO_2 atmosférico, nitrogênio, umidade relativa, água e nutrientes minerais, entre outros. Dentre esses fatores, a luminosidade é um dos que tem maior relevância para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois é fonte primária de energia no processo de fotossíntese (PEARCY et al., 1991; GLYNN; FRASER; GILLIAN, 2003; LARCHER, 2004; MARENCO; LOPES, 2005; SANTOS, 2008; CORRÊA; ALVES, 2010; WARDERLEY FILHO, 2011). No entanto, as plantas, também respondem, drasticamente, ao déficit hídrico da seguinte maneira: com redução do tamanho, bem como de sua área foliar e produtividade (KRAMER, 1983; WARDERLEY FILHO, 2011).

O desenvolvimento dos vegetais está relacionado com todas as alterações que acontecem durante seu ciclo de vida, quer sejam qualitativas (diferenciação) e quantitativas (crescimento). O crescimento envolve aumento de tamanho e/ou peso, registrado ao longo do seu ciclo de vida, sendo de caráter quantitativo. Enquanto que, o desenvolvimento envolve todas as mudanças qualitativas (diferenciação) e quantitativas (crescimento) experimentadas pela planta. (CAIRO et al., 2008).

Os fatores ambientais são percebidos pelas células-guardas e esses sinais são integrados em respostas estomáticas bem definidas, de forma que a maior parte das plantas, em resposta negativa a esses fatores, fecham seus estômatos para diminuir a perda de água pela transpiração. Os estômatos, controlam a difusão de CO_2 para o interior das folhas e a difusão de vapor de água para fora das folhas, isto provoca

uma diminuição da condutância estomática (gs), menor assimilação de carbono e diminuição da taxa de fotossíntese (COSTA et al., 2001; TAIZ; ZEIGER, 2004; SANTOS, 2008; WARDERLEY FILHO, 2011).

A eficiência quântica efetiva do fotossistema II (Φ PSII) correlaciona bem com a assimilação de CO₂. Este método, não destrutivo, avalia qualitativamente a absorção de fótons (pelas clorofilas associadas ao fotossistema II), aproveitamento e transferência da energia luminosa na cadeia de transporte de elétrons representando a eficiência quântica desse transporte através do PSII. A eficiência quântica máxima (Fv/Fm), também usada como um indicador de danos fotoinibitórios, onde reflete a máxima eficiência com que a luz absorvida é convertida em energia química, expressa a eficiência na captura da energia de excitação pelos centros de reação abertos do PSII (KRAUSE; WEIS, 1991; MAXWELL; JOHNSON, 2000; BAKER; ROSENQVST, 2004; SANTOS, 2008).

A intensidade da fotoinibição pode ser avaliada pela redução das eficiências quântica máxima (Fv/Fm), à medida que fatores bióticos ou abióticos alteram a funcionalidade do fotossistema II. Quando os valores de Fv/Fm são inferiores aos parâmetros de normalidade (0,75-0,85), indicam um dano no aparato fotossintético (fotoinibição). Isto pode acontecer quando as plantas sofrem vários tipos de estresses, dentre eles: ataques de pragas, injúrias mecânicas, estresse hídrico e salino, aplicação de herbicidas. Assim, o uso de parâmetros da cinética de emissão de fluorescência permite detectar vários danos causados nas plantas (OGREN; OQUIST, 1985; KRAUSE; WEIS, 1991; MAXWELL; JOHNSON, 2000; BAKER; ROSENQVST, 2004; KOCHEVA et al., 2004; CATUNDA et al., 2005; ZANANDREA et al., 2006; MARENCO et al., 2007; LIANG et al., 2007; TATAGIBA; PEZZOPANE, 2007; TROVÃO et al., 2007; SANTOS, 2008).

O SPAD (Soil Plant Analysis Development) é um medidor portátil de clorofila, que mede, instantaneamente, sem absorção e destruição das folhas, a transmissão de luz vermelha a 650 nm e de luz infravermelha a 940 nm através da folha. Seu Índice determina o teor relativo de clorofila total, uma vez que usa esses valores e os correlacionam com o teor de clorofila, por isso tem sido utilizado para estimar o conteúdo de clorofila em um grande número de espécies de plantas (KRAUSE; WEIS, 1991; ARGENTA et al., 2001; ZOTARELLI et al., 2003; SILVEIRA; BRAZ;

DIDONET, 2003; BENETT et al., 2008; ROZANE et al., 2009; CORRÊA; ALVES, 2010).

Modelos matemáticos podem ser utilizados para expressar o crescimento e seus parâmetros (área foliar, taxa de crescimento, padrão de acúmulo e distribuição de massa seca), nas diversas partes do vegetal durante o seu ciclo de vida. Os dados gerados fornecem subsídios para compreender os diferentes processos fisiológicos envolvidos na morfogênese da planta (CALBO; SILVA; TORRES, 1989).

O acúmulo de massa seca, em uma cultura vegetal, é dividido em três fases, devido às variações do ambiente e características fenotípicas. A duração de cada fase pode variar. O padrão de crescimento abrange três fases, a saber: 1ª) Fase inicial (crescimento lento); 2ª) Fase de crescimento rápido: capaz de acumular cerca de 70 a 80% de toda massa seca; 3ª) Fase em que o crescimento torna a ser lento: responsável pela acumulação de cerca de 10% de massa seca (MACHADO et al., 1982).

A massa seca acumulada pela planta durante o processo de fotossíntese corresponde 90%, enquanto que os 10% restantes são oriundos da absorção de nutrientes minerais do solo (CAIRO et al., 2008). A matéria seca produzida pelas plantas, quando quantificada, permite avaliar a transformação de energia luminosa em energia química através do acúmulo de massa nas diferentes partes da planta, como: folha, raiz e caule. Entretanto, o aspecto fisiológico de maior importância para a análise de crescimento é o acúmulo de matéria seca resultante da fotossíntese líquida (fotoassimilados) (CAIRO et al., 2008; WARDERLEY FILHO, 2011).

2.3 *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae)

Pachycoris torridus é um percevejo fitófago, quando adulto, alimenta-se de seiva do fruto, semente, caule e folhas. Apresenta um aparelho bucal sugador labial desde suas fases iniciais (ninfas), que se desenvolve (torna-se maior e mais resistente) ao atingir a fase adulta, a ponto de sugar qualquer parte da planta. Entretanto sua maior preferência, nesta fase, é o fruto verde ou maduro, quando

presente. A herbivoria realizada nos frutos do *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae), pelas ninfas e adultos desse heteroptero, promove: a formação do endosperma e queda da flor, chochamento das sementes em função da sucção de frutos imaturos, escurecimento, deformidade, conseqüentemente queda dos mesmos (aborto prematuro) e/ou diminuição de seu tamanho. A conseqüência dessa herbivoria afeta o teor de óleo, que pode reduzir até 50% da produção (AMERICA, 2007; NAVA, DELMAR, 2009; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010; RODRIGUES et al., 2011; GABRIEL; FRANCO, 2012).

As culturas pertencentes às famílias Anacardiaceae (cajuieiro, mangueira, aroeira vermelha), Euphorbiaceae (pinhão manso, mandioca, tungue e cansanção), Malpighiaceae (aceroleira), Myrtaceae (araçazeiro, eucalipto e goiabeira), Poaceae (arroz), Rubiaceae (café) Rutaceae (laranjeira) são potencialmente hospedeiras de percevejos do gênero *Pachycoris* (SILVA et al., 1968; GALLO et al., 2002; SANCHEZ-SOTO, NAKANO, 2002; SÁNCHEZ-SOTO; MILANO; NAKANO, 2004; SANTOS et al., 2005; MICHELOTTO; SILVA; BUSOLI, 2006; NAVA, DELMAR, 2009), por isso, tais percevejos, são considerados polípagos (se alimenta de várias culturas).

Conhecido vulgarmente como “percevejo do pinhão bravo” (SILVA et al., 1968), *P. torridus*, possui ampla distribuição geográfica. Na América, (norte, centro e sul) foi registrado desde os Estados Unidos até a Argentina (FROESCHNER, 1988).

A ocorrência do percevejo *P. torridus*, em plantio de pinhão-manso, foi relatada por alguns pesquisadores em regiões diferentes no Brasil, tais como: Maranhão, Piauí, Minas Gerais, Alagoas e Rondônia (COSTA et al., 2001, AVELAR et al., 2007; SILVA, 2007; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010).

Em Piracicaba, São Paulo, foi constatada a presença de *P. torridus* em frutos de acerola, durante o mês de abril do ano 2001 (SÁNCHEZ-SOTO; NAKANO, 2002). Em Minas Gerais, entre junho de 2004 e maio de 2005, a praga estava presente em toda plantação de *J. curcas* (SATURNINO et al., 2005) e no banco de germoplasma da mesma cultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), nos meses de dezembro a maio (AVELAR et al., 2007). Em Porto Velho, Rondônia, foi realizada amostragem para obtenção, da flutuação populacional e a maior porcentagem média

de plantas infestadas pela praga aconteceu nos meses de março e abril de 2010, quando 50% das plantas amostradas tinham presente todas às fases do ciclo (COSTA et al., 2001).

Os frutos de araçá (*Psidium araçá* Raddi) (Myrtaceae) e pinhão manso são adequados para o desenvolvimento e reprodução de *P. torridus*, no entanto, este percevejo adquire maior peso e vida útil quando alimentado com pinhão manso. Foi constatado, nas fêmeas alimentadas com pinhão manso, maior período de pré-oviposição e menores períodos de oviposição e pós-oviposição em relação às alimentadas com araçá (SILVA et al., 1968; FROESCHNER, 1988; SÁNCHEZ-SOTO; NAKANO, 2002; SÁNCHEZ-SOTO; MILANO; NAKANO, 2004; SANTOS et al., 2005; MICHELOTTO; SILVA; BUSOLI, 2006; SILVA, 2007; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010; BORGES FILHO et al., 2013). Já experimentos realizados com frutos de tungue (*Aleurites fordii* (Hemsl.) (Euphorbiaceae)) mostraram que os mesmos não possibilitaram o desenvolvimento das ninfas dessa espécie (BORGES FILHO et al., 2013).

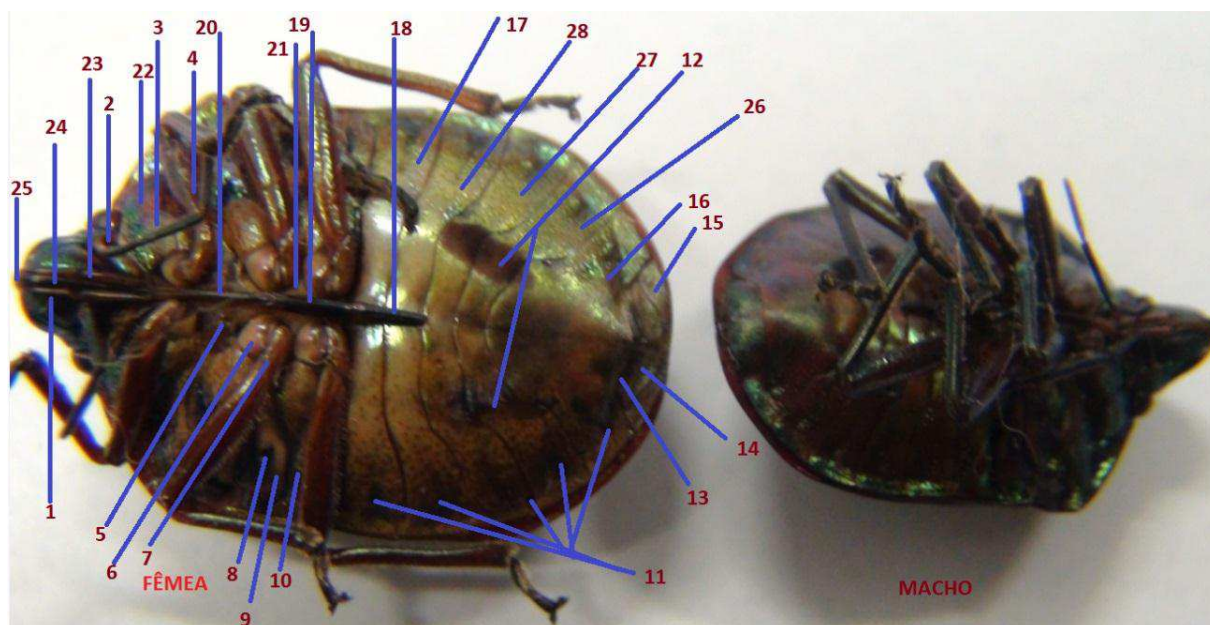
Pachycoris torridus é o único representante da família Scutelleridae de impacto agrícola no Brasil (MONTE, 1937; GALLO et al., 2002). A herbivoria por este percevejo está associada à diminuição da produtividade de plantas hospedeiras. O controle deve ser aplicado logo após a ocorrência dessa praga na cultura para se evitar a migração para outras (SANTOS et al., 2005; GABRIEL; FRANCO, 2012; BORGES FILHO et al., 2013). Entretanto, em 2010, não havia produto registrado pelo Ministério da Agricultura para o seu controle (BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010). De acordo com Oliveira e Silva (2011) o parasitoide de ovos *Telenomus pachycoris* (Costa Lima, 1928) (Hymenoptera: Scelionidae) é o inimigo natural de *P. torridus*. Sendo assim, podem-se adotar medidas para favorecer a presença dos ovos nas lavouras de pinhão manso.

2.3.1 Morfologia

A Figura 6 mostra a anatomia externa do percevejo da espécie *Pachycoris torridus*, o qual possui aparelho bucal sugador labial, representado por um rostro reto e alongado, de lábio constituído por quatro segmentos, transversalmente

enrolados em forma de bainha, a qual se alojam os *trophi* (estiliformes), sendo duas externas (as mandíbulas), serradas no ápice e duas internas (as maxilas), reduzidas à peça intermaxilar. As maxilas apresentam duas escavações formando dois canais paralelos, um superior (anterior) por onde passa o alimento líquido aspirado pela faringe e outro inferior (posterior), por onde se escoia a saliva. Não há penetração nos tecidos perfurados pelos estiletos mandibulares e maxilares, nos atos de picar e sugar o lábio. O torax é quase que exclusivamente representado pelo pronoto. O abdômen é constituído de 9 segmentos no macho e 10 na fêmea (1º segmento muito reduzido). É facil distinguir o macho da fêmea pela configuração dos segmentos terminais do abdômen (COSTA LIMA, 1940).

Figura 6 - *Pachycoris torridus*, fêmea lado esquerdo e macho lado direito. Face ventral. 1, buccula; 2, gula; 3, propleura; 4, dropleura; 5, mesosterno; 6, mesoepisterno; 7, mesoepimeron; 8, orifício (ostiole) e canal da glândula odorífera; 9, metaepisterno; 10, luetaepimeron; 11, estigmas respiratórios dos urosternitos 2-6; 12, áreas estridulatórias; 13 e 14, segmentos da genitália; 15, 7º urosternito; 16, 6º urosternito; 17, 2º urosternito; 18, 4º segmento do lábio; 19, 3º segmento do lábio; 20, 2º segmento do lábio; 21, metasterno; 22, protorax; 23, 1º segmento do lábio; 24, labrum; 25, tylus (clipeo), 26, 5º urosternito; 27, 4º urosternito; 28, 3º urosternito (COSTA LIMA, 1940).



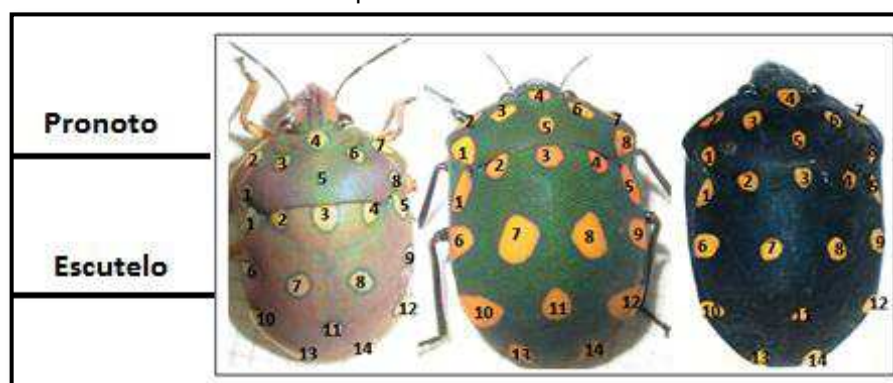
Fonte: Elaborada pela autora.

2.3.1.1 Padrões cromáticos

Em 1940, Costa Lima, justificou a importância de se registrar as variações nos padrões cromáticos para evitar erros, por pesquisadores, na catalogação de novas espécies em entomologia, ao atribuir nomes distintos a mesma espécie. Em cinco ocasiões, desde 1937, foram registrados novos padrões cromáticos de *Pachycoris torridus*, totalizando 27 variações (MONTE, 1937; SÁNCHEZ-SOTO; MILANO; NAKANO, 2004; SANTOS et al., 2005; PIKART et al., 2011 e SOUZA et al, 2012).

Na face dorsal, forma convexa, as diferenças fenotípicas são variadas e o padrão cromático básico de *P. torridus* (Figura 7) é descrito de acordo com o colorido do dorso, o qual se apresenta nas cores marrom, verde e preto. Nas estruturas anatômicas do pronoto e escutelo há presença de 22 máculas, com diferentes tonalidades de amarelo e vermelho, distribuídas da seguinte forma: pronoto com oito e escutelo com 14 (MONTE, 1937; SÁNCHEZ-SOTO; MILANO; NAKANO, 2004; SANTOS et al., 2005; PIKART et al., 2011 e SOUZA et al, 2012).

Figura 7 – Padrão cromático básico de *P. torridus*: quantidade e posição das máculas no pronoto e escutelo.



Fonte: Elaborada pela autora.

A porção ventral (Figura 8) e patas possuem coloração verde metálico ou cobre, com reflexos de verde metálico (MONTE, 1937).

Figura 8 – *P. torridus*. A – Macho, face ventral; B – Fêmea, pata inferior direita.



Fonte: Elaborada pela autora.

2.3.2 Glândulas

As glândulas salivares (bem desenvolvidas) são constituídas, de cada lado, pela glândula principal e por uma glândula acessória tubulosa, cujo canal excretor se reúne ao da glândula principal num canal excretor único. O canal excretor comum é resultado da reunião dos dois canais excretores, da glândula direita e da esquerda, que se abre na chamada bomba salivar situada no hipofaringe. Os orifícios de entrada e de saída da bomba apresentam dispositivos valvulares que impedem o refluxo da saliva. Hidratos de carbono são hidrolizados pela saliva, esta é capaz de dissolver a celulose e de plasmolizar as células vegetais, facilitando a penetração dos estiletos do rostro (COSTA LIMA, 1940).

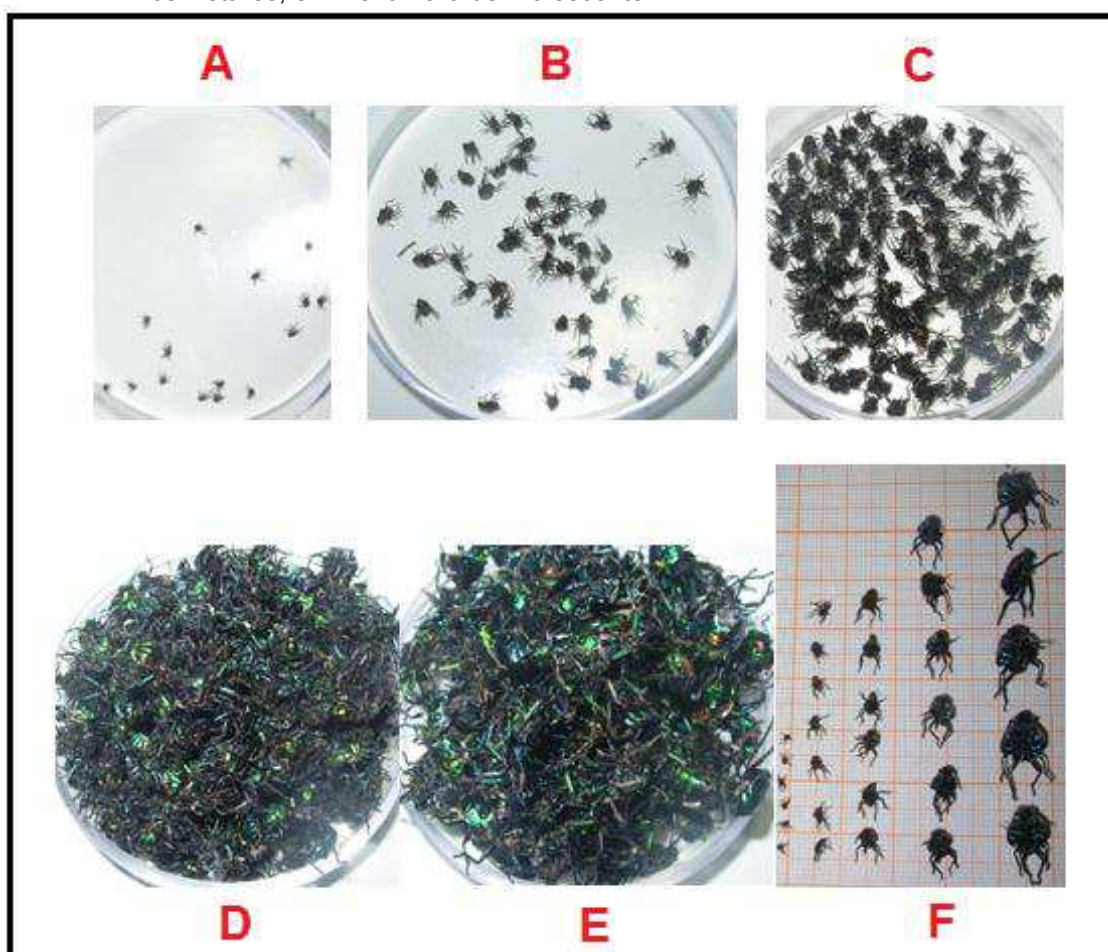
As glândulas odoríferas secretam substâncias de alarme, com odor característico da espécie. Nas ninfas tais glândulas, situam-se no abdome e são conhecidas como glândulas abdominais dorsais. Quando adultos tais glândulas são substituídas pela volumosa glândula metatorácica, a qual possui dois canais excretores (COSTA LIMA, 1940).

As glândulas anexas (machos) e coletéricas (fêmeas), presentes nos órgãos reprodutivos, secretam substâncias que servem para unir os ovos para o substrato sobre o qual são colocados (GALLO et al., 2002).

2.3.3 Reprodução e ciclo biológico

Os percevejos reproduzem-se por anfigonia e são ovíparos, seus ovos são colados uns ao lado dos outros, formando grupos. O número de ovos é mais ou menos constante. Tais percevejos fendem os tecidos das plantas, depositando os ovos no fundo das incisões (posturas endofíticas) sobre as folhas. A metamorfose é incompleta do tipo paurometabolia. Até o inseto atingir a fase adulta, observam-se cinco ecdises, onde são liberadas as exúvias (Figura 9), precedidas de cinco estádios de formas jovens (Figura 6) (COSTA LIMA, 1940).

Figura 9 - Exúvias liberadas no processo de troca de instar da espécie *P. torridus*: (A) 1º instar; (B) 2º instar; (C) 3º instar; (D) 4º instar; (E) 5º instar e (F) Exúvias de todos os instares, em fileira na ordem crescente.



Fonte: Elaborada pela autora.

O número de ovos de *P. torridus* varia em média de 57,6, a 87,21 por postura (GABRIEL et al., 1988; RODRIGUES I et al., 2011). Fêmeas alimentadas com *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) (araçazeiro) apresentam 59,15 ovos (viabilidade de 32,10%), e com *J. curcas* (pinhão-manso) 42,3 ovos (viabilidade de 51,50%) (BORGES FILHO et al., 2013). Fêmeas protegem os ovos ficando sobreposta aos mesmos até a eclosão das ninfas de 2º instar (SANTOS et al., 2005). Ao manipular os ovos as fêmeas a abandonam e não mais retornam a protegê-los (RODRIGUES I et al., 2011).

2.3.3.1 Desenvolvimento embrionário

Período de pré-oviposição compreende o intervalo de tempo da cópula à primeira oviposição. Segundo Rodrigues I et al. (2011), são 15 dias em média, para os percevejos iniciarem as oviposições após a cópula.

O período de pós-oviposição conhecido como período de incubação após a oviposição. Para Rodrigues I et al. (2011) esse período tem duração de 12,7 dias na fase ovo. Borges Filho et al (2013) afirmaram que esse período é três vezes maior para os insetos alimentados com *Psidium cattleianum* (Sabine) (Myrtaceae) (68,9 dias) em relação aos que receberam dieta de *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) (20,7 dias).

O período embrionário é o tempo compreendido entre a cópula e a eclosão das ninfas de 1º instar. De acordo com Rodrigues I et al. (2011), na espécie *P. torridus*, esse período dura em média 12,7 dias.

2.4 Distribuição geográfica de percevejos (insetos-praga)

Os percevejos estão assumindo um papel de destaque como insetos-praga na agricultura mundial. As espécies da família Pentatomidae, seguida da Coreidae estão entre as pragas que mais causam impacto nas lavouras. As culturas da soja, arroz e milho estão vivenciando o descontrole ecológico de percevejos, os quais representam as pragas-chave desde a floração até o amadurecimento dos grãos

(SCHAEFER; PANIZZI, 2000; FERREIRA; BARRIGOSI; VIEIRA, 2001; LAUMANN et al., 2003, KIM; LEE, 2008; ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009; RODRIGUES II, 2011).

O complexo de pragas da soja, nos Estados Unidos, é formado pelas espécies de percevejos: *Acrosternum hilare* (Say, 1832) (Hemiptera: Pentatomidae), *Euschistus servus* (Say, 1832) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), essa última é cosmopolita, pois ataca diversos tipos de cultura (BORGES; ALDRICH, 1994). Na Índia e Coreia, merecem destaque as pragas da soja *Piezodorus rubrofasciatus* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Piezodorus hybneri* (Gmelin, 1790) (Hemiptera: Pentatomidae) (SINGH; SINGH; THAKUR, 1989; PANIZZI, 1997; SON et al., 2000). Enquanto que, na África a praga *Aspavia armigera* (Fabricius, 1781) (Hemiptera: Pentatomidae) é a causadora de injúrias nessa soja (PANIZZI, 1997; RODRIGUES II, 2011).

No Brasil, o percevejo *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) é a principal espécie do complexo da família Pentatomidae na região Centro-oeste, que causa injúrias à soja, especialmente na região do Distrito Federal (PANIZZI; SLANSKY, 1985; PIRES et al., 2006). Outros que compõem esse complexo são: *Thyanta perditor* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae), *N. viridula*, *Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Pentatomidae), *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), *Oebalus ypsilongriseus* (DeGeer, 1773) (Hemiptera: Pentatomidae), *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae) (BORGES et al., 1999; ZARBIN et al., 2000; LAUMANN et al., 2003; PIRES et al., 2006). Ultimamente o *E. heros* e *P. guildinii* têm apresentado as mais altas densidades populacionais (PIRES et al., 2006; RODRIGUES II, 2011).

A cultura do arroz sofre ataques de percevejos em continente extremos como na Ásia e América (do Norte e do Sul). No primeiro a espécie em destaque é a *Scotinophara lurida* (Burmeister, 1834) (Hemiptera: Pentatomidae) (KIM; LEE, 2008), no segundo o percevejo *Oebalus pugnax* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Pentatomidae) se destaca como uma importante praga nos Estados Unidos (HILL,

1983); a espécie *O. poecilus* é uma praga potencial dessa cultura na América latina, juntamente com as espécies *O. ypsilongriseus*, *Oebalus grisesens* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), *D. furcatus*, *D. melacanthus*, *Edessa mediatubunda* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), *E. heros*, *N. viridula*, *P. guildinii* e *T. limbiventris*, causam injúrias nas plantações brasileiras (PANIZZI, 1997; FERREIRA; BARRIGOSI; VIEIRA, 2001; LAUMANN et al., 2003; ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009; RODRIGUES II, 2011).

A cultura do milho, em diversas regiões, sofre injúrias causadas pela espécie *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Heteroptera: Coreidae) (HILL, 1983; SOUSA; AMARAL-FILHO, 1999). No Brasil, as culturas do milho, frutíferas e tomate sofrem ataques das espécies: *Corecoris dentiventris* (Berg, 1884) (Hemiptera: Coreidae), *Corecoris fuscus* (Thunberg, 1783) (Hemiptera: Coreidae), *Diactor bilineatus* (Fabricius, 1903) (Hemiptera: Coreidae), *Holymenia clavigera* (Herbst, 1784) (Hemiptera: Coreidae), *Leptoglossus gonagra* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Coreidae), *L. zonatus*, *Leptoglossus stigma* (Herb, 1784) (Hemiptera: Coreidae), *Lybindus dichrous* (Stal, 1860) (Hemiptera: Coreidae) e *Phthia picta* (Drury, 1770) (Hemiptera: Coreidae) (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009; RODRIGUES II, 2011).

A cultura do cacau, na África, é atingida por ataques de percevejos das espécies *Antiteuchus tripterus* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Bathycoelia thalassina* (Herrich-Schaeffer, 1844) (Hemiptera: Pentatomidae) (GERALD, 1965; ENTWISTLE, 1972; OWUSU; MANU, 2008). Já a horticultura japonesa sofre ataques das pragas *Plautia stali* (Scott, 1874) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Halyomorpha mista* (Uhler, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae) (KAWADA; KITAMURA, 1983). Na Rússia e Europa Oriental a espécie *Eurygaster integriceps* (Puton, 1881) (Hemiptera: Scutelleridae) causa injúrias à cultura do trigo (KIVAN, 2005; RODRIGUES II, 2011).

Na América, (norte, centro e sul), a cultura do gênero *Jatropha* tem sofrido ataques do percevejo *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae), espécie estudada no presente trabalho. No Brasil, essa praga foi encontrada realizando herbivoria em plantio de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) em diferentes regiões (Maranhão, Piauí, Minas Gerais, Alagoas e Rondônia) (COSTA et al., 2001; AVELAR et al., 2007; SILVA, 2007; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010).

Enfim, os percevejos fitófagos são pragas de uma multiplicidade de culturas e devem ser tratados com programas de manejo integrado (MCPHERSON; MCPHERSON, 2000).

2.5 Corte e cópula de percevejos

A competição entre machos e a escolha da fêmea são mecanismos da seleção sexual (THORNHILL; ALCOCK, 1983). Para alguns pesquisadores o sucesso da cópula depende dos recursos oferecidos como território, morfologia genital, peso e tamanho do macho ou o comportamento de corte (ANDERSSON, 1994; ANDERSSON; IWASA, 1996; TADLER; NEMESCHKAL; PASS, 1999; ŽUNIČ et al., 2008).

O peso e o tamanho dos insetos podem sofrer influência da alimentação, sendo assim, a mesma, além de afetar o desenvolvimento dos insetos também interfere na reprodução dos mesmos. Na tentativa de comprovar esse fato foi realizada uma avaliação do desenvolvimento e reprodução de *Pachycoris torridus* alimentados com frutos de araquá e pinhão manso. Os resultados constataram que o percevejo adquire maior peso e vida útil quando alimentados com pinhão manso. Observou-se, também, que fêmeas alimentadas com pinhão manso, apresentaram maior período de pré-oviposição e menores períodos de oviposição e pós-oviposição em relação às alimentadas com araquá (SILVA et al., 1968; FROESCHNER, 1988; SÁNCHEZ-SOTO; NAKANO, 2002; SÁNCHEZ-SOTO et al., 2004; SANTOS et al., 2005; MICHELOTTO; SILVA; BUSOLI, 2006; SILVA, 2007; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010; BORGES FILHO et al., 2013).

Rodrigues et al. (2009), contestaram a literatura, ao verificaram na espécie de percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) que machos e fêmeas não apresentaram preferência por parceiros no acasalamento; o tamanho do macho não influenciou na duração da cópula, escolha do parceiro e fertilidade das fêmeas. Os mesmos autores também observaram que fêmeas com cópulas interrompidas após 30, 60, 120 e 240 min apresentaram baixa viabilidade de ovos (0; 3,1; 7,7 e 34%, respectivamente). Contudo, aquelas com tempo natural de cópula (338 a 671 min) alcançaram alta viabilidade, em torno de 74%.

Machos que trazem maiores benefícios para as fêmeas podem ser os parceiros de suas escolhas, em múltiplas cópulas, (BERRIGAN; LOCKE, 1991; PARKER; SIMMONS, 1994). Os benefícios são ganho em material genético (pela manipulação da paternidade dos descendentes, impedimento de consanguinidade e diminuição de genótipos incompatíveis) e nutricional, de forma que machos de algumas espécies transferem, no material seminal, substâncias que serão utilizadas no processo de respiração celular e vitelogênese, na oviposição, na ativação e manutenção da viabilidade dos espermatozoides durante seu armazenamento na espermateca (OSANAI; CHEN, 1993; HERNDON; WOLFNER, 1995; REYNOLDS, 1996; ZEH; ZEH, 1996; KOSHIYAMA et al., 1996; TRAM; WOLFNER, 1999; EDVARDSSON; ARNQVIST, 2000; TREGENZA; WEDELL, 2002).

Em contrapartida, as fêmeas de várias espécies de insetos que realizam múltiplas cópulas, sofrem várias desvantagens, dentre as quais: não atingimento do número máximo de descendentes em um ou mais eventos reprodutivos devido à obtenção insuficiente de esperma; aumento da alocação de energia e tempo para a procura de parceiros; aumento do risco de predação e injúrias físicas provocadas pelos machos; efeito tóxico de substâncias transferidas junto ao material seminal; maior risco de contaminação por patógenos; redução de sua longevidade e fecundidade dos ovos, sendo estas duas últimas desvantagens observadas nas fêmeas de *P. nigrispinus* (THORNHILL; ALCOCK, 1983; ARNQVIST, 1989; RIDLEY, 1990; CHAPMAN et al., 1995; TORRES, ZANUNCIO; OLIVEIRA, 1997; CRUDGINGTON; SIVA-JOTHY, 2000; ROLFF; SIVA-JOTHY, 2002; SOUSA-SOUTO et al., 2006; RODRIGUES et al., 2008).

Alterações na largura e comprimento dos ovários do percevejo *Spartocera dentiventris* (Berg, 1884) (Hemiptera: Coreidae), permitem distinguir os estádios imaturo e reprodutivo desta espécie. No entanto, os órgãos de reprodução de machos não apresentam diferenças significativas nas diferentes idades (JAHNKE; REDAELLI; SANTOS, 2011).

É importante obter conhecimentos bioecológicos dos insetos para o controle de pragas, a fim de implantar táticas de manejo integrado. O estudo de aspectos relacionados à reprodução da espécie pode subsidiar essa busca, isto porque o aumento do risco da predação pode estar relacionado com atividades reprodutivas,

como procura de parceiros, corte e cópula (MAGNHAGEN, 1991), sendo as fêmeas mais suscetíveis à ação de predadores no período da oviposição (JAHNKE; REDAELLI; SANTOS, 2011).

2.6 MIP

O programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) é um modelo ideal de abordagem sistemática, o qual consiste na proteção a uma determinada cultura agrícola, a partir da observação, acúmulo de informações sobre as espécies e os respectivos índices de infestação, bem como racionalização das medidas a serem adotadas. Só assim é possível uma medida mais criteriosa das táticas de controle (BENVENGA; FERNANDES; GRAVENA, 2007), a fim de reduzir a aquisição de insumos e minimizar as consequências sociais, econômicas e ambientais do processo de controle da praga alvo.

Várias estratégias de defesa do cultivo contra o inseto-praga podem ser aplicadas isoladamente ou simultaneamente, como: variedades resistentes, plantas geneticamente modificadas, uso de agroquímicos específicos, monitoramento com feromônio, uso de predadores ou parasitoides, utilização de micro-organismos (entomopatógenos) (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009), eliminação de condições propícias e reguladores de crescimento de insetos (SCHOWALTER, 2006).

O controle de pragas pelo MIP se faz por métodos biológicos, químicos e agrotécnicos, na tentativa de equilibrar custos e proteger o meio ambiente, beneficiando os produtores e a sociedade (BERGMANN; GONZÁLEZ; ZARBIN, 2009). Seus recursos são biotecnológicos, ecologicamente corretos e eficazes (MCNEIL, 1991).

2.7 Semioquímicos

O prefixo (semio) da palavra semioquímico é de origem grega (semeîon) e significa sinal. Os compostos utilizados na intermediação de relações entre os seres vivos são os sinais químicos conhecidos como semioquímicos. É por meio da detecção e emissão dessas substâncias que os insetos desempenham funções

vitais, como: localização de parceiros para o acasalamento, alimento ou presa; escolha de locais para oviposição; seleção de plantas hospedeiras; defesa contra predadores e organização de suas comunidades (insetos sociais) (TEGONI et al., 2004; ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

A comunicação química, dos insetos, se faz por um grande número de semioquímicos com estruturas químicas variadas (PARK et al., 2002). Cada espécie possui o seu próprio código de comunicação baseado nas diferenças estruturais dos compostos, que permite criar uma linguagem entendida apenas por insetos da mesma espécie (BJOSTAD, 1998). Os feromônios fazem parte desse universo bastante amplo da comunicação intraespecífica (PARK et al., 2002) e os aleloquímicos da comunicação interespecífica, os quais intermedeiam os comportamentos de indivíduos de espécies diferentes. Os aleloquímicos são classificados em: cairomônios (beneficiam o indivíduo receptor), alomônios (beneficiam o emissor) e sinomônios (os dois são beneficiados) (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Os semioquímicos (feromônios, cairomônios, alomônios e sinomônios) podem auxiliar nos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) por meio de armadilhas no campo atuando no confundimento, atratividade, bem como repelência dos insetos-praga da cultura que está sofrendo herbivoria, de forma a impedir que os insetos encontrem seu coespecífico para acasalamento e assim aumentem a proliferação da espécie (LIMA; DELLA LUCIA, 2001). Sabe-se que, os maiores avanços estão relacionados ao uso de feromônios sexuais, mesmo com inúmeras possibilidades de uso dos semioquímicos em estratégias de controle da herbivoria realizada por insetos fitófagos (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

2.7.1 Feromônios

Feromônios são compostos voláteis secretados pelos animais, que geram um alto potencial de especificidade às mensagens (SILVERSTEIN; YOUNG, 1976; HÖLLDOBLER; CARLIN, 1987) e funciona como gatilhos fisiológicos de reações comportamentais específicas (PAIVA; PEDROSA-MACEBO, 1985), sendo

classificado de acordo com o comportamento que exerce num indivíduo receptor (FERREIRA, 2012).

O primeiro a teorizar sobre a existência de compostos químicos intermediando o acasalamento de insetos foi o entomologista francês Jean-Henri Fabre, em 1870, por meio de experimentos realizados com a mariposa da espécie *Saturnia pyri* (Denis; Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Saturnidae) (AUSLANE, 2008; ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009; RODRIGUES, 2011).

Em 1959 o químico alemão Adolf Friedrich Johann Butenandt, premiado com o Nobel de Química de 1939, publicou juntamente com seus colaboradores o primeiro artigo que trata da identificação da estrutura química do feromônio sexual do bicho da seda, a mariposa *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Bombycidae), o qual ficou conhecido como bombicol, o álcool (*E,Z*)-10,12-Hexadecadien-1-ol). Sua pesquisa foi resultado de 20 anos de trabalho. Posteriormente, em 1966, dois outros atrativos sexuais de mariposas foram identificados: *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1843) (Lepidoptera: Gelechiidae).

A necessidade de desenvolver técnicas atóxicas por meio do controle comportamental de pragas vem despertando o interesse da comunidade científica de ecologia química ao longo dos anos. Pesquisadores como Carson (1964), Shorey, Gaston e Saario (1967) atuaram no comportamento de insetos e demonstraram a confusão causada na comunicação química sexual de insetos da mesma espécie.

A mensagem mediada por compostos feromonais pode atingir longas distâncias, ou simplesmente atuar nas proximidades. Os feromônios sexuais são considerados de longa-distância, esses permitem atrair indivíduos do sexo oposto para acasalamento. Enquanto que, os feromônios de alarme são de curta-distância, sendo altamente voláteis, os quais permitem uma rápida dispersão dos sinais químicos para repelência. Os feromônios de agregação atuam em ambos os sexos possibilitando a agregação de indivíduos para um local específico para alimentação e/ou de acasalamento. Os insetos sociais organizam suas atividades nas colônias

por meio de diversos feromônios, dentre eles os de marcação e de trilha (BARTELT, 1999; ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Feromônios representam um dos principais componentes do manejo de pragas de base ecológica (SUCKLING, 2000). Dentre os tipos apresentados no parágrafo anterior, os que mais se destacam são os feromônios sexuais (MCNEIL, 1991), pela eficiência no controle do inseto-praga. Seu uso está de acordo com o conceito preconizado pelo Manejo Integrado de Praga (MIP) (TREMATERRA, 2002) e se faz por meio do monitoramento, atratividade e interrupção do acasalamento (MCNEIL, 1991; SUCKLING, 2000; TREMATERRA, 2002). Ao comparar os feromônios com os agroquímicos, percebem-se inúmeras vantagens, dentre elas: são específicos, não tóxicos, usados em pequenas quantidades e biodegradáveis (LAUMANN et al., 2003).

O Manejo Integrado de Pragas por captura em massa através de armadilhas iscadas com feromônio de percevejos apresentam resultados satisfatórios, em nível experimental. Mas na prática, o controle comportamental no campo tem obtido resultados inferiores ao esperado. Acredita-se que os fatores relacionados com esse fato sejam: curta viabilidade dos feromônios sintéticos, armadilhas impróprias para captura de percevejos e período longo de acasalamento para essa subordem dos insetos (MILLAR et al., 2002). Talvez por isso ainda não exista uma estratégia comercial e de grande escala para controle de percevejos envolvendo feromônios (BORGES et al., 2007).

2.7.1.1 Feromônios de alarme

Feromônios de alarme são compostos químicos de defesa, altamente voláteis e de baixo peso molecular, os quais permitem uma rápida dispersão dos sinais químicos para alertar os indivíduos da mesma espécie (BILLEN, 2008).

Funções secundárias, dos compostos de defesa, foram observadas ao pesquisar o homossexualismo em percevejos machos. Percebeu-se que percevejos masculinos usavam o feromônio de alarme para evitar a montagem, assédio homossexual e interromper o acasalamento completo entre macho-fêmea. Com a

redução do período de acasalamento houve a diminuição da transferência de espermatozoides (RYNE, 2009); conseqüentemente reduziu a proliferação da espécie, quando usado no campo.

Os feromônios de alarme do percevejo *Leptocorisa oratorius* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Alydidae) foram identificados por Gunawardena e Bandumathie (1993). Ambas as secreções do gênero masculino e feminino consistiram em dois componentes principais: (*E*)-2-Octenal e Acetato de octila, com 76% e 16%, respectivamente. Os restantes 8% eram compostos vestigiais, alguns dos quais foram identificados como o Acetato de hexila, 3-Octenal, 1-Octanol, e Acetato de (*Z*)-3-octenila. A resposta de alarme foi comprovada nos bioensaios com os extratos, em que fêmeas e machos agregados de *Leptocorisa oratorius* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Alydidae) se dispersaram ao perceberem a presença da secreção defensiva.

Paves et al. (1994) investigaram as secreções exócrinas dos cinco estádios ninfais do percevejo verde, *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae). As ninfas produziram uma mistura de cinco alcanos saturados lineares acíclicos com 12, 13, 14, 15 e 16 carbonos. As glândulas de ninfas de 1º instar produziram os mesmos alcanos, vestígios de (*E*)-2-Decenal, e um composto específico: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Decenal. Nos outros estádios (2º - 5º) não foi encontrado o (*E*)-4-(*oxo*)-2-Decenal, mas estava presente o composto (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal. Por meio da olfatométria foi investigada a função biológica de (*E*)-4-(*oxo*)-2-Decenal, a qual mostrou que este composto, em doses fisiológicas, no 2º instar, atua como atrativo. Além disso, este semioquímico foi repulsivo para a formiga de fogo, *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Formicidae), um predador potencial de *N. viridula*.

De acordo com Leal, Panizzi e Niva (1994) os compostos de defesa não são específicos para os estádios de vida do *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Heteroptera: Coreidae), ou seja, adultos e ninfas possuem diferentes sistemas de feromônios de alarme. Os componentes de alarme em hemípteros não são espécie-específicos, esta hipótese foi apoiada no experimento realizado com o feromônio de alarme, Ácido butanoico, oriundo da família Alydidae, que produziu repelência em adultos e ninfas de *L. zonatus*. No mesmo estudo foram identificados os compostos

de defesa do *L. zonatus* (adultos): Acetato de Hexila, Hexanol, Hexanal e Ácido hexanóico. Em relação aos componentes individuais testados no campo o composto (*E*)-2-Hexenal, presente na secreção, somente, das ninfas, provocou dispersão em 70% dos adultos. Além disso, as ninfas de 1º instar responderam aos quatro compostos, da mistura feromonal de adultos, citados acima.

Blatt et al. (1998) estudaram os feromônios de alarme de ninfas e adultos do percevejo *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) (Hemiptera, Coreidae), os quais identificaram: (*E*)-2-Hexenal, nas ninfas; Hexanal, Hexanol, Acetato de hexila, Acetato de Heptila e Acetato de Octila nas fêmeas e machos adultos. Os resultados obtidos dos bioensaios comportamentais, com esses compostos de alarme identificados por tais pesquisadores, indicam que os percevejos adultos são mais sensíveis ao seu próprio feromônio do que o feromônio produzido por ninfas da mesma espécie.

A espécie *Cosmopepla bimaculata* (Thomas, 1865) (Hemiptera: Pentatomidae) foi estudada por Krall et al. (1999), os quais concluíram que machos e fêmeas desse percevejo secretam uma mistura, de feromônios de alarme, semelhante. Possui em torno de 12 compostos voláteis: (*E*)-2-Hexenal, Acetato de hexinila, Undecano, Dodecano, (*E*)-2-Decenal, 1-Trideceno, Tridecano, Tetradecano, Acetato de (*E*)-2-decenila, Pentadecano. Cerca de 92% da secreção consistia de apenas três componentes: Tridecano (68%), (*E*)-2-Decenal (12%) e Acetato de (*E*)-2-decenila (12%).

Zarbin et al. (2000) identificaram, a mistura feromonal (feromônios de alarme) nos extratos de glândulas metatorácicas, oriundos do percevejo adulto *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). (Hemiptera: Pentatomidae), composta de sete substâncias, a saber: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, 1-Trideceno e Tridecano, os dois primeiros compostos foram detectados como constituintes majoritários.

Os componentes voláteis, de *Pachycoris stallii* (Uhler, 1863) (Hemiptera: Scutelleridae), percevejo da mesma família da praga pesquisada neste trabalho, obtidos das secreções das glândulas abdominais dorsais (em ninfas do 1º ao 4º

instar) e metatorácicas (em adultos) foram identificados por Williams, Evans e Bowers (2001).

Os mesmos pesquisadores encontraram, em ninfas de *P. stallii*, os seguintes compostos: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Tridecano, Tetradecanal e Dodecano; este último estava presente, apenas, em ninfas de 2º e 4º instares. Nas fêmeas sem postura: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Dodecane, 1-Trideceno, Tridecano e traços de Acetato de (*E*)-2-hexenila, Tetradecano, Pentadecano e nos machos: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, Dodecane, 1-Trideceno, Tridecano e Pentadecano. Os compostos majoritários das ninfas foram (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Tridecano (1º e 2º instar) e Tetradecanal (3º e 4º instar), enquanto que nos adultos foi o Tridecano, seguido do (*E*)-2-Hexenal (WILLIAMS, EVANS e BOWERS, 2001).

Marques et al. (2007) analisaram a glândula metatorácica do percevejo *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) e identificaram (*E*)-2-Hexenal, Decano, Acetato de (*E*)-2-hexenila, Undecano, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Octenal, Dodecano, Acetato de (*E*)-2-octenila, 1-Trideceno, Tetradecano e Pentadecano, sendo o Tridecano o componente majoritário, seguido de quantidades menores e aproximadamente iguais de (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal e (*E*)-2-Octenal.

Pareja et al. (2007) estudaram as diferenças das secreções defensivas de ninfas, adultos fêmeas e machos de cinco espécies de heteropteros: *Chinavia impicticornis* (Stal, 1872) (Hemiptera: Pentatomidae) (Fêmeas: 4-Hidroxi-4-metil-2-pentanono; Machos: Tridecano; Ninfas: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Pentadecano); *Chinavia ubica* (Rolston, 1983) (Hemiptera: Pentatomidae) (Fêmeas: Acetato de (*E*)-2-decenila, Pentadecano, (*Z*)-2-Decenal; Machos: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal; Ninfas: composto desconhecido); *D. melacanthus* (Fêmeas: (*E*)-2-Octenal, Tetradecano; Machos: Tridecano, Pentadecano; Ninfas: Undecano, Dodecano, Tetradecanal); (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) (Fêmeas: Decano; Machos: (*E*)-2-Octenal, 1-Trideceno; Ninfas: Tetradecanal); *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) (Fêmeas: Undecano, Tetradecano; Machos: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Tridecano, Pentadecano; Ninfas: Tetradecanal).

Para Pareja et al. (2007) o Tetradecanal é o composto predominantemente de ninfas em *D. melacanthus*, *E. heros* e *P. guildinii*. Nas ninfas das espécies *C. impicticornis* e *C. ubica* o (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal e outro composto desconhecido eram os majoritários. A três espécies diferiam entre si, ou seja, o (*E*)-2-Octenal foi detectado no *D. melacanthus*, o (*E*)-2-Hexenal no *P. guildinii* e (*E,E*)-2-4-Decadienal e Tetradecanal no *E. heros*. A análise conjunta das espécies revelou que o Tetradecanal e (*E*)-4-(*oxo*)-2-Decenal são fortemente associados às ninfas. Para esses pesquisadores, existem diferenças previsíveis entre os estádios do ciclo biológico e as espécies. O estudo dessas diferenças pode vir a ser importante no esclarecimento das interações que envolvem os inimigos naturais dos percevejos e a emissão de compostos de defesa por estes últimos.

Durak e Kalender (2009) ao estudarem o percevejo *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera, Pentatomidae) detectaram nos extratos da glândula metatorácica de fêmeas e machos quatorze feromônios de alarme pertencentes aos seguintes grupos químicos: alcanos, alcenos, aldeídos, acetatos, esteroides e ácidos. Os compostos químicos encontrados nas fêmeas foram: (*E*)-2-Hexenal, Ciclohexano, Acetato de (*E*)-2-hexenila, Undecano, Dodecano, (*E*)-2-Decenal, Tridecano, Ácido Hexadecanoico, (*Z*)-Ciclodeceno, Ácido octadecanoico, Heptadecano, Acetato de (*Z*)-17-Nonadecen-1-ol, Ácido 14- β -H-Pregna, Ácido carboxílico 1-Fenantreno; dos quais o Undecano, o Acetato de *Z*-17-Nonadecen-1-ol, o Ácido 14- β -H-Pregna e o Ácido carboxílico 1-fenantreno não estavam presentes nos extratos dos machos. Enquanto que, os Hexacosano, Octacosano, Tetracosano e Ácido benzenoctanoico 3,4-dimetoxi-metil ester foram identificados apenas nos machos.

Fávaro e Zarbin (2012) analisaram duas espécies de percevejos, a saber: *Loxa deducta* (Walker, 1867) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Pellaea stictica* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae); os quais perceberam que no processo de troca de instar, as ninfas transferiram o conteúdo de suas glândulas dorsais para as exúvias. Os compostos químicos identificados nos estádios ninfais das duas espécies foram: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Undecano, (*E*)-4-(*oxo*)-2-octenal, Dodecano, (*E*)-2-Decenal, 1-Trideceno, Tridecano. O (*E*)-2-Hexenal estava ausente na espécie *P. stictica*. Nos adultos de *L. deducta* foram encontrados quinze

compostos: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Undecano, (*E*)-4-(*oxo*)-2-octenal, Dodecano, (*E*)-2-Decenal, 1-Trideceno, Tridecano, Acetato de (*E*)-2-hexenila, (*E*)-2-Nonenal, Acetato de (*E*)-2-octenila, Tetradecano, Acetato de (*E*)-2-decenila e Pentadecano. Destes, apenas três ((*E*)-2-Decenal, (*E*)-2-Nonenal e Acetato de (*E*)-2-decenila) não estavam presentes na espécie *P. stictica*.

No estudo das espécies *L. deducta* e *P. stictica*, descrito no parágrafo acima, as moléculas presentes apenas nos adultos foram: Acetato de (*E*)-2-hexenila, (*E*)-2-Nonenal, Acetato de (*E*)-2-octenila, Tetradecano, Acetato de (*E*)-2-decenila e Pentadecano. O aldeído (*E*)-4-(*oxo*)-2-octenal foi encontrado somente nas ninfas. O Tridecano apareceu como composto majoritário seguido de compostos pertencentes aos grupos dos aldeídos, oxo-alcenais, ésteres. Os pesquisadores concluíram, também, que a glândula metatorácica, dos pentatomídeos, necessita de alguns dias para se formar completamente, uma vez que está presente, somente, na fase adulta, ou seja, estes artrópodes ainda não são sexualmente maduros com 10 dias de idade adulta (FÁVARO; ZARBIN, 2012).

Fávaro, Santos e Zarbin (2012) pesquisaram os compostos químicos presentes nas exúvias e na glândula metatorácica de outra espécie de pentatomídeo, *Agroecus griseus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). O Tridecano foi o composto majoritário dos extratos das exúvias de todos estádios ninfais e da glândula metatorácica dos adultos, seguido do (*E*)-2-Decenal (1º instar), Tetradecanal (2º ao 5º instar) e Acetato de (*E*)-2-metilbutila (adultos). As moléculas identificadas foram: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Dodecano, (*E*)-2-Decenal, 1-Trideceno, Tridecano e (*E*)-4-(*oxo*)-2-decenal, nas ninfas de 1º instar; (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Dodecano, 1-Trideceno, Tridecano, e Tetradecanal, nas ninfas de 2º ao 5º instar; (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Dodecano, 1-Trideceno, Tridecano, Acetato de (*Z*)-2-metilbutila, Acetato de 3-metil-2-butenila, Acetato de (*E*)-2-hexenila, Undecano e Acetato de (*E*)-2-octenila, nos adultos.

2.7.1.2 Compostos cuticulares

A cutícula (superfície do corpo) dos insetos é revestida por fina camada específica e impermeável de cera constituída por lipídios, uma mistura de hidrocarbonetos, composta de alcanos e alcenos, lineares e ramificados, de cadeias saturadas e insaturadas com variação de 21 a 70 carbonos. Devido à composição química e a estrutura, a cutícula, funciona como barreira de proteção contra a desidratação e invasão de microrganismo. Alguns fungos e nematoides conseguem ultrapassar essa barreira e atingir a hemocele (cavidade do corpo); mas logo são impedidos pelas proteínas, difenóis, carboidratos, melanina, quitina, regulação da permeabilidade cuticular e realização de movimentos ao atuarem nas articulações (LOCKEY, 1988; FERREIRA, 2012).

Com a evolução dos insetos, surgiu, a função secundária dos hidrocarbonetos, conhecida como feromonal, responsável pela comunicação química, intra e interespecífica (HOWARD; BLOMQUIST, 2005), durante breves contatos físicos. Os feromônios realizam um papel significativo no reconhecimento dos indivíduos geneticamente relacionados (BREED; BENNETT, 1987; SINGER; ESPELIE; GAMBOA et al., 1998 JUNGNICHEL et al., 2004). No estudo da avaliação da expressão gênica diferencial e dos hidrocarbonetos cuticulares de rainhas, operárias, machos haplóides e diplóides de *Melipona quadrifasciata* (HYMENOPTERA: APIDAE), observou-se que as substâncias cuticulares produzidas são um reflexo dos genes ativados para sintetizar as enzimas responsáveis pela produção destes compostos, por isso a compreensão da expressão gênica diferencial pode ser auxiliada pela caracterização desses compostos (BORGES, 2011).

Os hidrocarbonetos atuam como feromônios moduladores (provocam mudanças imediatas e reversíveis no comportamento de outro organismo) e desencadeadores (agem em longo prazo no reconhecimento de indivíduos da mesma espécie e na distinção de indivíduos intrusos) de comportamentos e sua ocorrência depende do grupo de insetos, o qual pertence. Como também do gênero e estágio de desenvolvimento em que se encontra (WILSON, 1963; BREED, 1983; SINGER et al. 1998; BLOMQUIST et al., 1998; MONNIN; PEETERS, 1999; SLEDGE et al., 2001; BOOMSMA et al., 2003; NUNES, 2008; BORGES, 2011).

Acredita-se que operárias de formiga da ordem Hymenoptera percebem a atividade ovariana, distinguindo fêmeas férteis de não férteis, por meio do perfil de hidrocarbonetos. (MONNIN; MALOSSE; PEETERS, 1998; MONNIN; MALOSSE, 1999, LIEBIG, 2000; CUVILLIER-HOT et al., 2001; SLEDGE et al., 2001).

Os compostos cuticulares são menos voláteis e, em alguns casos, apresentam alto peso molecular, sendo uma mistura muito complexa de uma variedade de compostos altamente específicos, retidos na superfície do corpo (SANTOS, 2013). Em algumas espécies de insetos, o processo de comunicação se faz principalmente por meio desses hidrocarbonetos de superfície (BREED; BENNETT, 1987, BLOMQUIST et al., 1998, SINGER; ESPELIE; GAMBOA, 1998, HOWARD; BLOMQUIST, 2005, LE CONTE; HEFETZ, 2008, NUNES, 2009, TANNURE-NASCIMENTO; NASCIMENTO; ZUCCHI, 2008; TANNURE-NASCIMENTO et al., 2009).

As diferentes combinações qualitativas e quantitativas, dos compostos cuticulares, interferem nas respostas comportamentais, as quais dependem da espécie, idade, ou sexo dos insetos (GAMBOA et al., 1986; BLOMQUIST et al., 1998, MONNIN; PEETERS, 1999; SLEDGE et al., 2001; BOOMSMA et al., 2003; ABDALLA et al., 2003); de forma que o perfil químico corresponda uma assinatura química individual, de origem endógena e exógena (CARLIN, 1988, revisado por LORENZI; BAGNÈRES; CLÉMENT, 1996), ou seja, os recém emergidos serão influenciados ao longo do tempo pelo contato destes com material do ninho onde se encontram.

2.8 Referências

- ABDALLA, F. C. et al. Comparative study of the cuticular hydrocarbon composition of *Melipona bicolor* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Meliponini) workers and queens. **Genetics and Molecular Research**, v. 2, p. 191–199, 2003.
- ACHTEN, W. M. J. et al. *Jatropha* biodiesel production and use. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 12, p. 1063–1084, 2008.
- ALBUQUERQUE, U.P., LUCENA, R.F.P., CUNHA, L.V.F.C. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**, 2ª ed. Comunigraf, Recife, 2008.

- AMERICA, C. *Jatropha* cultivation. **Jatropha: a smallholder bioenergy crop**. [S.l.: s.n.] 2007. v. 8, p. 27–40.
- ANDERSSON, M. **Sexual selection**. Princeton, Princeton University Press, 1994, 599p.
- ANDERSSON, M.; IWASA, Y. Sexual selection. **Trends in Ecology & Evolution**, vol. 11, p. 53-58, 1996.
- ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=73292&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebus t=1424178927880>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2015.
- ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.13, n.2, p.158-116, 2001.
- ARNQVIST, G. Multiple mating in a water strider: mutual benefits or intersexual conflict? **Animal Behavior**, v. 38, p. 749-756, 1989.
- ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curca* L.) como alternativo para o semiárido nordestino. **Revista Brasileira Oleagenosas e Fibrosas**. v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- AUGUSTUS, G. D. P. S.; JAYABALA, N. M.; SEILERB, G. J. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, v. 23, p. 161-164, 2002.
- AUSLANE, H. J. **Pheromones**. In: Capinera, J. L. (Ed.). Encyclopedia of entomology: Springer, 2008, p.2843
- AVELAR, R.C. et al. **Avaliação da ocorrência do percevejo *Pachycoris torridus* em plantas de pinhão manso do banco de germoplasma da UFLA**. 2007. 5p.
- AZAM, M. M.; WARIS, A.; NAHAR, N. M. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. **Biomass and Bioenergy**, v. 29, p. 293–302, 2005.
- BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 403, p. 1607–1621, 2004.
- BENETT, C. G. S. et al. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, set./ out., 2008.
- BENVENGA; FERNANDES; GRAVENA. Tomada de decisão de controle da traça-do-tomateiro através de armadilhas com feromônio sexual. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 164–169, 2007.
- BERGMANN, J.; GONZÁLEZ, A.; ZARBIN, P. H. G. Insect Pheromone Research in South America. **JOURNAL OF THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY**. v.20, p.1206-1219, 2009.

BILLEN, J. **A importância de glândulas exócrinas na sociedade de insetos**. In: VILELA, E. F. et al. (Eds.). *Insetos Sociais: da Biologia à Aplicação*. Viçosa: UFV, 2008. p. 87-92.

BIODIESELBR. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/jatropha/empresa-eua-desenvolve-jatropha-2-080114.htm>>. Acesso em 10 de janeiro de 2015.

BJOSTAD, L. B. Insect eletroantennogram responses to semiochemicals recorded with na inexpensive personal computer. **Physiological Entomology**. vol. 13, p. 139-145, 1998.

BLATT, S. E. et al. Alarm pheromone system of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 24, n. 6, 1998.

BLOMQUIST, G. J. et al. **The cuticule and cuticular hydrocarbons of insects: structure, function, and biochemistry**. In: Pheromone communication in social insect (Vander Meer RK, Breed MD, Winston ML and Espelie KE, eds.). Westview Press, Boulder, 1998, 35-54 p.

BOOMSMA, J.J. et al. Informational constraints on optimal sex allocation in ants. **Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)**, v. 100, p.8799-8804, 2003.

BORGES FILHO, R. da C. et al. Development of *Pachycoris torridus* (Hemiptera : Scutelleridae) on *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) and *Aleurites fordii* (Euphorbiaceae). **Florida Entomological Society**, v. 96, n. 3, p. 1149–1157, 2013.

BORGES, A. A. **Avaliação da expressão gênica diferencial e dos hidrocarbonetos cuticulares de rainhas, operárias, machos haplóides e diplóides de *Melipona quadrifasciata* (HYMENOPTERA: APIDAE)**. 2011.

BORGES, M. A male-produced sex pheromone from the neotropical redbanded stink bug, *Piezodorus guildinii*. **Journal of Chemical Ecology**, v.33, p.1235, 2007.

BORGES, M.; ALDRICH, J. R. Attractant pheromone for nearctic stink bug, *Euschistus obscurus* (heteroptera: pentatomidae): insight into a neotropical relative. **J. of Chem. Ecology**, v.20, p.1095-1102, 1994.

BREED, M. D. Nestmate recognition in honeybees. **Animal Behavior**, vol.31, p. 86– 91, 1983.

BREED, M. D.; BENNETT, B. **Kin recognition in highly eusocial insects**. In: FLETCHER, D. J. C., MICHENER, C. D. (Eds.), *Kin Recognition in Animals*. John Wiley & Sons, Chichester, p. 243–285, 1987.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Primeiro registro de *Pachycoris torridus* (Scopoli , 1772). **Ciências Agrotécnica**, p. 1654–1657, 2010.

CAIRO, P. A. R; et al. **Análise de Crescimento de Plantas** – Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008.

- CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C., TORRES, A.C. Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p. 1-18, 1989.
- CARLIN, N. F. Discrimination between and within colonies of social insects: Two null hypotheses. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 39, p. 86-100, 1988.
- CATUNDA, M.G. et al. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p.115-121, 2005.
- CHAPMAN, T. et al. Cost of mating in *Drosophila melanogaster* females is mediated by male accessory gland products. **Nature**, v. 373, p. 241-244, 1995.
- CORRÊA, M. J. P.; ALVES, P. L. da C. A. Efeitos da aplicação de herbicidas sobre a eficiência fotoquímica em plantas de soja convencional e geneticamente modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1136–1145, 2010.
- COSTA LIMA, A. C. **Insetos do Brasil**, 2º tomo, capítulo 22, Hemípteros. Série Didática Núm. 3. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1940, 351p.
- COSTA, C. et al. Inter-relationships of applied nitrogen, SPAD, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.8, p.1173-1194, 2001.
- CRUDGINGTON, H. S.; SIVA-JOTHY, M. T. Genital damage, kicking and early death. **Nature**, v. 407, p. 855-856, 2000.
- CUVILLIER-HOT, V. V. et al. Sex, age and ovarian activity affect cuticular hydrocarbons in *Diacamma ceylonense*, a queenless ant. **Journal of Insect Physiology**. v. 47, p. 485-493, 2001.
- DRUMMOND, O.A. et al. **Cultura do pinhão manso**. Belo Horizonte: Epamig, 1984. 99p.
- DURAK, D.; KALENDER, Y. Fine structure and chemical analysis of the metathoracic scent gland secretion in *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera, Pentatomidae). **Comptes rendus biologiques**, v. 332, n. 1, p. 34–42, 2009.
- IEDVARDSSON, M.; ARNQVIST, G. Copulatory courtship and cryptic female choice in red flour beetles *Tribolium castaneum*. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 267, p.559-563, 2000.
- FÁVARO, C. F.; SANTOS, T. B.; ZARBIN, P. H. G. Defensive compounds and male-produced sex pheromone of the stink bug, *Agroecus griseus*. **Journal of chemical ecology**, v. 38, n. 9, p. 1124–32, 2012.
- FÁVARO, C. F.; ZARBIN, P. H. G. Identificação dos compostos defensivos encontrados nas glândulas metatorácica e abdominais dorsais dos percevejos *Loxa deducta* e *Pellaea stictica* (Heteroptera: Pentatomidae). **Quimica Nova**, v. 35, n. 8, p. 1582–1586, 2012.

- FERREIRA, A. C. **Da vespa *Mischocyttarus consimilis* (Hymenoptera : Vespidae) por cromatografia gasosa.** Dourados: Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, 2012. 39p. Dissertação Mestrado
- FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J. A. F.; VIEIRA, N. R. D. A. **Percevejos das panículas do arroz: fauna heteroptera associada ao arroz.** Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica 43, 2001, 52p.
- FORSON, F. K.; ODURO, E. K.; HAMMOND, D. E. Performance of *Jatropha* oil blends in a diesel engine. **Renewable Energy**, v. 29, p. 1135–1145, 2004.
- FROESCHNER, R.C. Family Scutelleridae Leach. The shield bugs, 1815, p. 684-693. In: T.J. Henry; R.C. Froeschner (eds.), *Catalog of the Heteroptera or true bugs, of Canada and the Continental United States.* E.J. Brill., New York, 1988, 958p.
- GABRIEL, D. et al. Estudo com o percevejo *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) e seu inimigo natural *Pseudotelenomus pachycoris* (Hymenoptera: Scelionidae) em cultura do pinhão paraguaio *Jatropha* spp. **O Biológico**, São Paulo, v.54, n.1/6, p.17-20, 1988.
- GALLINDO, F. **O gênero *Jatropha* L. para Pernambuco.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1985.
- GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola.** FEALQ, Piracicaba, 2002, 920p.
- GAMBOA, J. G. et al. Kin recognition in social wasps: combining chemical and behavioural evidence. **Animal Behaviour**, v. 51, p. 625-629, 1996.
- GIULIETTI, A. M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L. P. (Ed.) Diversidade e caracterização das fanerógamas do Semi-Árido brasileiro. Recife: **Associação de Plantas do Nordeste**, v. 1, 2006.
- GLYNN, P.; FRASER, C.; GILLIAN, A. Foliar salt tolerance of Acer genotypes using chlorophyll fluorescence. **Journal Arboriculture**, v.29, p.61-65, 2003.
- GUNAWARDENA, N. E.; BANDUMATHIE, M. K. Defensive secretion of rice bug, *Leptocoris oratorius* Fabricius (Hemiptera : Coreidae): a unique chemical combination and its toxic, repellent, and alarm properties. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 4, p. 851–861, 1993.
- HERNDON, L. A.; WOLFNER, M. F. A *Drosophila* seminal fluid protein, Acp26Aa, stimulates egg laying in females for 1 day after mating. **Proc Natl Acad Sci USA**, vol. 92, p. 10114-10118, 1995.
- HÖLLDOBLER, B.; CARLIN, N. F. Anonymity and specificity in the chemical communication signals of social insects. **Journal of Comparative Physiology**, v. 161A, p. 567-581, 1987.
- HOWARD, R. W.; BLOMQUIST, G. J. Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons. **Annual Review of Entomology**, vol. 50, p. 371–393, 2005.

JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R.; SANTOS, R. S. S. Dos. Caracterização morfológica dos órgãos internos de reprodução Coreidae) em diferentes idades. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 1, p. 31–35, 2011.

JUNGNICKEL, H. et al. Chemical basis for inter-colonial aggression in the stingless bees *Scaptotrigona bipunctata* (Hymenoptera: Apidae). **Journal Insect Physiology**, v. 50, p. 761-766, 2004.

KAWADA, H; KITAMURA, C. The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* UHLER (Heteroptera: Pentatomidae). **Applied Entomology and Zoology**, v.18, p.234-242, 1983.

KIM, H.; LEE, J.-H. Phenology Simulation Model of *Scotinophara lurida* (Hemiptera: Pentatomidae). **Environmental Entomology**, v.37, p.660-669, 2008.

KIVAN, M. Effects of azadirachtin on the sunn pest, *Eurygaster integriceps* put. (heteroptera, scutelleridae) in the laboratory. **Journal of Central European Agriculture**, v.6, p.157-160, 2005.

KOCHEVA, K. et al. Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. **Bioelectrochemistry**, n. 63, p. 121–124, 2004.

KOSHIYAMA, Y. et al. Nutritional contribution to females of ¹⁴C-labeled male secretions transferred during mating in *Menida scotti* (Heteroptera: Pentatomidae). **Res Popul Ecol**, vol. 38, p. 51-56, 1996.

KRALL, B. S. et al. CHEMICAL DEFENSE IN THE STINK BUG *Cosmopepla bimaculata*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 11, p. 2477–2494, 1999.

KRAMER, P. J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press, 1983. 489p.

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p.313-349, 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

LAUMANN, R. A. et al. Metodologia para estudos de semioquímicos e a sua aplicação no manejo de pragas. A influência de voláteis de soja no comportamento do parasitóide *Telenomus podisi*. Circular Técnica, **Embrapa**, n. 24, agosto, p. 1-6, 2003.

LE CONTE, Y.; HEFETZ, A. Primer pheromones in social hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 523–542, 2008.

LEAL, W. S.; PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C. Alarm pheromone system of leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera : Coreidae). **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, n. 5, p. 1209–1216, 1994.

LENS. Disponível em:

<<https://www.lens.org/lens/search?n=10&q=jatropha+curcas&v=analysis&p=0&f=true#/type>>. Acesso em 28 de agosto de 2015.

LIANG, Y. et al. Responses of *Jatropha curcas* seedlings to cold stress: photosynthesis - related proteins and chlorophyll fluorescence characteristics. **Physiologia Plantarum**, n. 131, p. 508–517. 2007.

LIEBIG, J. Are variations in cuticular hydrocarbons of queens and workers a reliable signal of fertility in the ant *Harpegnathos saltator*? **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, vol. 97, p. 4124 – 4131, 2000.

LIMA, E.R.; DELLA LUCIA, T.M.C. “**Biodinâmica dos Feromônios In:Vilela, E.F., Della Lucia (eds.), Feromônios de Insetos, Biologia, química e emprego no manejo de pragas**”, São Paulo, Holos Editora, 2001 p. 13-26.

LOCKEY, K.H. Lipids of the insect cuticle: origin, composition and function. **Comparative Biochemistry and Physiology B**, v. 89, p. 595-645, 1988.

LORENZI, M. C.; BAGNÈRES, A. G.; CLÉMENT, J. L. **The role of cuticular hydrocarbons in social insects: is it the same in paper wasps?** In: TURILLAZZI, S. & WEST-EBERHARD, M. J. (eds.) *Natural History and Evolution of Paper Wasps*, Oxford University Press, UK, p. 178-189, 1996.

MACHADO, E.C. et al. Índices biométricos de duas cultivares de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.9, p1323-1329, 1982.

MAGNHAGEN, C. Predation risk as a cost of reproduction. **Trends of Ecology & Evolution**, v.6, p.183-186, 1991.

MARENCO, R. A. et al. Fotoinibição dinâmica da fotossíntese em árvores de dossel da Amazônia Central, **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 150-152, 2007.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**, Editora UFV. Viçosa, MG. 2005, 451p.

MARQUES, F. A. et al. Identification of Defensive Compounds in Metathoracic Glands of Adults of the Stink Bug *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 6, p. 1242–1246, 2007.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G.N. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, p. 659-668, 2000.

MCNEIL, J. N. Behavioral ecology of pheromone-mediated communication in moths and its importance in the use of pheromone traps. **Annual Review of Entomology**, v.36, p.407-430, 1991.

MCPHERSON, J. E., MCPHERSON, R. M. **Stink bugs of economic importance in America north of Mexico**, CRC Press, 2000, 272p.

MICHELOTTO, M.D.; SILVA, R.A. da; BUSOLI, A.C. Percevejos (Hemiptera: Heteroptera) coletados em aceroleira (*Malpighia glabra* L.) em Jaboticabal, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, p.123-125, 2006.

- MILLAR, J. G. et al. Pentatomid bug pheromones in IPM: possible applications and limitations. **IOBC Bulletin**, v.25, n.9, p.241-250, 2002.
- MONNIN, T.; MALOSSE, C.; PEETERS, C. Solid-phase microextraction and cuticular hydrocarbon differences related to reproductive activity in queenless ant *Dinoponera quadriceps*. **Journal of Chemical Ecology**, vol. 24, p. 473 – 490, 1998.
- MONNIN, T.; PEETERS, C. Dominance hierarchy and reproductive conflicts among subordinates in a monogynous queenless ant. **Behavioral Ecology**, v. 10, p. 23 – 32, 1999.
- MONTE, O. Algumas variações nos desenhos e cores de *Pachycoris torridus* (Scopoli). **O Campo**, n. Janeiro, p. 71, 1937.
- NAVA, D. E.; DELMAR, S. Insetos Praga e Benéficos na Cultura do Tunge. **Embrapa Clima Temperado**. 1. ed. Pelotas: Embrapa, n. 276, 2009. 13 p.
- NUNES, T. M. Cuticular hydrocarbons in the stingless bee *Schwarziana quadripunctata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): differences between colonies, castes and age. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, p. 589–595, 2009.
- NUNES, T. M. Nestmate recognition in a stingless bee: does the similarity of chemical cues determine guard acceptance? **Animal Behaviour**, v. 75, p. 1165–1171, 2008.
- OGREN, E.; OQUIST, G. Effect of drought on photosynthesis, chlorophyll florescence and photoinhibition susceptibility in intact willow leaves. **Planta**, Berlin, v.166, n.3, p.380-388, 1985.
- OLIVEIRA, H. N. De; SILVA, C. J. Da. Artrópodes Benéficos na Cultura do Pinhão-Manso em Mato Grosso do Sul. **Embrapa**, n. 1, p. 1–4, 2011.
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy, Amsterdam**, v.19, p.1-15, 2000.
- OSANAI, M.; CHEN, P. S. A comparative study on the arginine degradation cascade for sperm maturation of *Bombyx mori* and *Drosophila melanogaster*. **Amino Acids**, vol. 5, p. 341-350, 1993.
- PAIVA, M. R.; PEDROSA-MACEDO, J. H. **Feromonas de Insetos**. Curitiba: Ctgz, 1985. 84 p.
- PANIZZI, A. R. Wild Hosts of Pentatomids: Ecological Significance and Role in Their Pest Status on Crops. **Annual Review Entomology**., v.42, p.99–122, 1977.
- PAREJA, M. et al. Inter- and intraspecific variation in defensive compounds produced by five neotropical stink bug species (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of insect physiology**, v. 53, n. 7, p. 639–48, 2007.
- PARK, K. C. et al. Odor discrimination using insect electroantennogram responses from an insect antennal array. **Chemical Senses**, Oxford, V. 27, p. 343-352, 2002.

PAVIS, C. et al. Dorsal abdominal glands in nymphs of southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae): chemistry of secretions of five instars and role of (E)-4-oxo-2-decenal, compound specific to first instars. **Journal of Chemical Ecology**, n. 9, p. 2213–2227, 1994.

PORTAL PERIÓDICOS DA CAPES. Disponível em:
<http://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusc&mn=88&smn=88&type=m&metalib=aHR0cDovL21scGx1cy5ob3N0ZWQuZXhsaWJyaXNncm91cC5jb20vcHJpbW9fbGlicmFyeS9saWJ3ZWlvcy50aW9uL3NlYXJjaC5kbz92aWQ9Q0FQRVM=&Itemid=119>. Acesso em 28 de agosto de 2015.

PEARCY, R.W. et al: **Plant Physiological Ecology**. Field Methods and Instrumentation, 1991.

PIKART, T. G. et al. New chromatic pattern and first register of *Pachycoris torridus* damaging *Coffea arabica* fruits in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil (Hemiptera: Scutelleridae). **Entomologia Generalis**, vol. 33, p. 207-211, 2011.

PIRES, C. S. S. et al. Potencial de uso de armadilhas iscadas com o feromônio sexual do percevejo marrom, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae), para o monitoramento populacional de percevejos praga da soja. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)**, v. 77, p. 70–77, 2006.

PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O.A. **Pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p

REYNOLDS, J. D. Animal breeding systems. **Trends in Ecology & Evolution**, vol. 11, p. 68-72, 1996.

RIDLEY, M. The control and frequency of mating in insects. **Functional Ecology**, vol. 4, p. 75-84, 1990.

RODRIGUES I, S. R. et al. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoris torridus* em pinhão – manso. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 356–360, 2011.

RODRIGUES II, M. A. C. de M. **Biologia e ecologia química de percevejos neotropicais (Heteroptera: Pentatomidae, Coreidae)**. 2011.

RODRIGUES, A. R. S. et al. *Podisus nigrispinus* Requer Cópulas Longas para o Sucesso Reprodutivo. **Neotropical Entomology** 3, v. 38, n. 6, p. 746–753, 2009.

RODRIGUES, A. R. S. et al. Spermatogenesis, changes in reproductive structures, and time constraint associated with insemination in *Podisus nigrispinus*. **Journal of Insect Physiology**, vol. 54, p. 1543-1551, 2008.

ROLFF, J.; SIVA-JOTHY, M. T. Copulation corrupts immunity: a mechanism for a cost of mating in insects. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, vol. 99, p. 9916-9918, 2002.

ROZANE, D. E. et al. Influência do cultivar, do tipo de folha e do tempo de cultivo na medida indireta da clorofila (SPAD) em mudas de goiabeira. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1538-1543, Nov./dez., 2009.

- RYNE, C. Homosexual interactions in bed bugs: alarm pheromones as male recognition signals. **Animal Behaviour**, v. 78, n. 6, p. 1471–1475, 2009.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian caatinga. In Seasonally dry tropical forest (S.H. Bullock, H.A. Mooney & E. Medina, eds.). **Cambridge University Press**, Cambridge, p.35-63, 1995.
- SÁNCHEZ-SOTO, S.; MILANO, P.; NAKANO, O. Nova planta hospedeira e novos padrões cromáticos de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.1, p.109-111, 2004.
- SANCHEZ-SOTO, S.; NAKANO, O. Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) em acerola (*Malpighia glabra* L.) no Brasil. **Neotropical Entomology**, vol. 31, p. 481-482, 2002.
- SANTOS, C.M. **Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso** (*Jatropha curcas* L.), 2008.
- SANTOS, D. C. de J. **Divisão de trabalho e sua relação com a dinâmica dos hidrocarbonetos cuticulares em *Melipona scutellaris*** **Divisão de trabalho e sua relação com a dinâmica dos hidrocarbonetos cuticulares em *Melipona scutellaris*** (Hymenoptera , Apidae , Meliponini). 2013.
- SANTOS, J. C. et al. Ecology and behavior of *Pachycoris torridus* (Hemiptera : Scutelleridae): new host plant , color polymorphism , maternal care and parasitism. **Lundiana**, v. 6, n. 2, p. 107–111, 2005.
- SATURNINO, H.M. et al. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.44-78, 2005.
- SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A. R. Economic importance of Heteroptera: a general view, **CRC Press**, p.3-8, 2000.
- SCHOWALTER, T. D. **Insect ecology: an ecosystem approach**. San Diego, California, USA: Elsevier, 2006, 471 p.
- SEVERINO, L. S. et al. Viagem á Índia para Prospecção de Tecnologias sobre Mamona e Pinhão Manso. Campina Grande: **Embrapa do algodão**. Documento 153, 2006. 56 p.
- SILVA, A. G. A. et al. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Seus parasitos e predadores. Parte 2, tomo 1º, insetos, hospedeiros e inimigos naturais. **Ministério da Agricultura**, Rio de Janeiro, 1968, 622p.
- SILVA, P.H.S. **Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) na cultura do pinhão manso *Jatropha curcas* L. no estado do Piauí, Brasil**. Brasília: Embrapa, 2007.
- SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1083-1087, 2003.

- SILVERSTEIN, R. M.; YOUNG, J. C. **Insects generally use multicomponent pheromones.** In: Beroza, M. (Ed.). *Pest Management with Insect Sex Attractants and Other Behavior-controlling Chemicals*. Washington, D. C.: ACS Symp. series 23, 1976. p. 1-29.
- SINGER, T. L.; ESPELIE, K. E.; GAMBOA, G. J. Nest and nestmate discrimination in independent-founding wasps. In: VANDER MEER, R. K.; BREED, M. D.; WINSTON, M. L. & ESPELIE, E. K. (Eds.), **Pheromone Communication in Social Insects**. Westview, Boulder, pp. 57–78, 1998.
- SINGH, O. P.; SINGH, K. J.; THAKUR, R. D. Studies on the bionomics and chemical control of stink bug, *Piezodorus rubrofasciatus* Fabricius, a new pest of soybean in Madhya Pradesh. **Indian Journal of Plant Protection**, v.17, p.81–93, 1989.
- SLEDGE, M. F. et al. **Recognition of social parasites as nest-mates: adoption of colony-specific host cuticular odours by the paper wasp parasite *Polistes sulcifer***, 2001.
- SOUSA-SOUTO, L. et al. Sperm depletion: a cost for single mated females of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, vol. 49, p. 923-926, 2006.
- SOUZA, G. K. et al. Color polymorphism in *Pachycoris torridus* (Hemiptera: Scutelleridae) and its taxonomic implications. **Revista Chilena de História Natural**, vol. 85, n. 3, p. 357–359, 2012.
- SUAREZ, P. A. Z.; MENEGUETTI, S. M. P.; FERREIRA, V. F. O biodiesel e a política de C & T brasileira. **Química Nova**, vol. 29, p.157-1157, 2006.
- SUCKLING, D. M. Issues affecting the use of Pheromones and Other Semiochemicals in orchards. **Crop protection**, v.19, p.677-683, 2000.
- TADLER, A., NEMESCHKAL, H. L., PASS, G. Selection of male traits during and after copulation in the seedbug *Lygaeus simulans* (Heteroptera, Lygaeidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, vol. 68, p. 471-483, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.
- TANNURE-NASCIMENTO, I. C.; NASCIMENTO, F. S.; ZUCCHI, R. The look of royalty: visual and odour signals of reproductive status in a paper wasp. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 275, p. 2555–2561, 2008.
- TANNURE-NASCIMENTO, I. C. et al. Decision rules for egg recognition are related to functional roles and chemical cues in the queenless ant *Dinoponera quadriceps*. **Naturwissenschaften**, v. 96, p. 857–861, 2009.
- TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M. Cinética de emissão de fluorescência das clorofilas em dois clones de eucalyptus. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 10, 2007.

TEGONI, M. et al. Structural aspects of sexual attraction and chemical communication in insects. **Trends in Biochemical Sciences**, vol. 29, p. 257-264, 2004.

THORNHILL, R., ALCOCK, J. **The evolution of insect mating systems**. Cambridge, Harvard University Press, 1983, 547p.

TIWARI, A.K.; KUMAR, A.; RAHEMAN, H. Biodiesel production from *Jatropha* oil (*Jatropha Curcas*) with high free fatty acids: an optimized process. **Biomass and Bioenergy**, vol. 31, p. 569-575, 2007.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, M. C. Mating frequency and its effect on female reproductive output in the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Med Fac Landbouww Univ Gent**, vol. 62, p. 491-498, 1997.

TRAM, U.; WOLFNER, M. F. Male seminal fluid proteins are essential for sperm storage in *Drosophila melanogaster*. **Genetics**, vol. 153, p. 837-844, 1999.

TREGENZA, T., WEDELL, N. Polyandrous females avoid cost of inbreeding. **Nature**, vol. 415, p. 71-73, 2002.

TREMATERA, P. Pheromones and Integrated Pest Management in stored products. **IOBC Bulletin**, v.25, n.3, p.9-14, 2002.

TROVÃO, D. M. B. et al. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 307-311, 2007.

WANDERLEY FILHO, H. C. D. L. **Uso de bioestimulantes e enraizadores no crescimento inicial e tolerância à seca em cana-de-açúcar**. 2011.

WEBSTER, G.L. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol. 81, p. 33-144, 1994.

WILSON, E. Pheromones. **Scientific American**. Vol. 208, p. 100-114, 1963.
WORLD HEALTH ORGANIZATION. Public health impact of pesticides used in agriculture. **World Health Organization**, Geneva, 1990.

ZANANDRE, A. I. et al. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 157-161, 2006.

ZARBIN, P. H. G. et al. Alarm Pheromone System of Stink Bug *Piezodorus guildinii* (Heteroptera : Pentatomidae). **Journal of Chemical Ecology**, v. 11, n. 4, p. 424–428, 2000.

ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722–731, 2009.

ZEH, J. A.; ZEH, D. W. The evolution of polyandry I: Intragenomic conflict and genetic and genetic incompatibility. **Proceedings of the Royal Society of London B**, vol. 263, p. 1711-1717, 1996.

ZOTARELLI, L. et al. Calibração do medidor de clorofila SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1117-1192, 2003.

ŽUNIČ, A. et al. Communication with signals produced by abdominal vibration, tremulation, and percussion in *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, vol. 101, p. 1169-1178, 2008.

3 AVALIAÇÃO DAS INJÚRIAS CAUSADAS POR *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) EM MUDAS DE *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae)

3.1 Resumo

A espécie *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) é uma planta perene e de fácil manejo, sendo cultivada em vários países, como: China, Índia, Malásia, Honduras e Brasil, por seu alto conteúdo em óleo e o mais baixo custo de produção. Este trabalho teve por objetivo avaliar as injúrias causadas por *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) em mudas de *J. curcas*. Aos 34 dias após o plantio (DAP), 30 mudas de *J. curcas* foram cobertas com telas antiafídicas e submetidas à herbivoria de cinco percevejos do mesmo sexo, com exceção das mudas do controle, que não receberam percevejos. Cada tratamento foi constituído por 15 repetições. Aos 65 DAP foram realizadas avaliações morfológicas e fisiológicas. Aos 73 DAP, 24 mudas foram submetidas à herbivoria, usando a mesma metodologia do experimento anterior, com um diferencial quantitativo de dez percevejos (dez machos, dez fêmeas, cinco machos com cinco fêmeas) e um lote de seis plantas sem insetos (controle). Aos 104 DAP, realizaram-se as avaliações. Adultos machos (n=5) da espécie *P. torridus* causaram diminuição no crescimento e acúmulo de biomassa em mudas de *J. curcas* com 34 DAP. Após 30 dias de herbivoria, entretanto as mesmas injúrias não foram observadas em mudas com 73 DAP. As injúrias (34 DAP) foram consideradas brandas e se restringiram à diminuição do crescimento e do acúmulo de biomassa. Ao atingir 73 DAP, as mudas tornaram-se mais resistentes ao ataque dessa praga, de forma que ao submetê-las ao dobro da quantidade de insetos (n=10), as mesmas não responderam negativamente à herbivoria. Por fim, mudas mais jovens foram mais suscetíveis ao ataque, mesmo com menor infestação, devendo ser feito o controle da praga quando ocorrerem sinais de infestação nessa fase.

Palavras-chave: Pinhão-manso; Percevejo do pinhão-manso; Crescimento vegetal; Eficiência fotoquímica; Acúmulo de biomassa.

3.2 Abstract

The *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) species is a perennial plant and easy to manage, being cultivated in many countries such as: China, India, Malaysia, Honduras and Brazil, because of its high content in oil and the lowest cost of production. This study had as objective to evaluate the injuries caused by the *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) in *J. curcas* seedlings. Thirty-four days after the planting, 30 *J. curcas* seedlings were covered with screens and submitted to herbivory of five bugs of the same sex, except for the control seedlings, which did not receive bugs. Each treatment consisted of 15 repetitions. Morphological and physiological evaluations were conducted 65 days after planting. Seventy-three days after planting, 24 seedlings were submitted to herbivory, using the same methodology as the previous experiment with a quantitative differential of ten bugs (ten males, ten females, five males with five females) and a batch of six plants without insects (control). Evaluations were done 104 days after planting. Male adults (n=5) of the *P. torridus* species caused a reduction in the growth and biomass increase in *J. curcas* seedlings 34 days after planting. After 30 days of herbivores, however the same injuries were not observed in seedlings with 73 days after planting. The injuries (34 days after planting) were considered mild and there was a decrease in the growth and in the biomass accumulation. Upon reaching 73 days after planting, the seedlings became more resistant to the attack of this pest, in such a way that as submitting them to twice the number of insects (n=10), they did not negatively responded to the herbivory. Finally, the young seedlings were more susceptible to attack, even with low levels of infestation. The pest control should be done when there are signs of infestation at this stage.

Keywords: *Jatropha*; Bug of the *Jatropha*; Plant growth; Photochemical efficiency; Accumulation of biomass.

3.3 Introdução

A família Euphorbiaceae é a segunda família mais representativa da Caatinga em número de espécies, superada apenas por Leguminosae (SAMPAIO, 1995). A espécie *J. curcas*, cultura avaliada nesse capítulo, faz parte dessa família, a qual é

constituída por 175 espécies distribuídas pela América, Ásia e África (WEBSTER, 1994; AUGUSTUS et al., 2002).

Em várias localidades do Brasil, foi constatada a presença de *P. torridus* em: São Paulo (município de Piracicaba), durante o mês de abril do ano 2001, alimentando-se de frutos de acerola (SÁNCHEZ-SOTO; NAKANO, 2002); Minas Gerais, entre junho de 2004 e maio de 2005, a praga estava presente em toda plantação de *J. curcas* (SATURNINO, et al., 2005) e no banco de germoplasma de pinhão manso da Universidade Federal de Lavras (UFLA), nos meses de dezembro a maio (AVELAR et al., 2007) a praga se mantém na plantação.

Como os danos nos frutos já foram investigados e afirmados por outros grupos de pesquisadores, citados anteriormente, sentiu-se a necessidade de avaliar as injúrias causadas por *P. torridus* em mudas de *J. curcas*, a fim de implantar táticas de manejo integrado nos estádios iniciais dessa cultura, uma vez que na ausência de frutos é comum encontrar tais percevejos realizando fitofagia em folhas dessa espécie. Além disso, as mudas de *J. curcas* servem de dieta natural para essa espécie de percevejo, quando criada em laboratórios, e o estudo das injúrias sofridas por essas mudas contribui para determinar a quantidade de insetos que deve ser colocada em cada muda e o tempo que a mesma precisa ser substituída.

O presente trabalho avaliou as injúrias causadas por *P. torridus* em mudas de *J. curcas*, a fim de implantar táticas de manejo integrado nos estádios iniciais dessa cultura, uma vez que na ausência de frutos é comum encontrar tais percevejos realizando fitofagia em folhas, pecíolos, caule e partes aéreas dessa cultura.

3.4 Material e métodos

As injúrias causadas por *P. torridus* em mudas de *J. curcas* foram avaliadas em dois modelos:

- (1) Conduzido em Galpão (09°28'02"S; 35°49'43"W), localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), no município de Rio Largo, Alagoas, no período de setembro a outubro de 2013. O plantio das sementes na produção de mudas (n=45) foi realizado

com 100% de substrato fornecido pelo Programa de Melhoramento Genético de Plantas (PMGCA), sendo utilizadas três sementes de *J. curcas* por vaso (500 mL). As irrigações eram realizadas diariamente, às 16 horas, com 200 mL de água por muda. Após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma plântula por vaso. Aos 34 dias após o plantio (DAP) as mudas (n=30) foram cobertas, isoladamente, com telas antiafídicas (Figura 10), para vedação da entrada de outras pragas e saída das pragas em estudo e em seguida submetidas à herbivoria (15 mudas com machos, 15 mudas com fêmeas) de cinco percevejos da espécie *P. torridus*, totalizando 150 insetos, 15 mudas serviram como controle. Aos 65 DAP, foram suspensas as irrigações por 12 horas e em seguida, realizadas as medidas de trocas gasosas e eficiência fotoquímica. Utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três tratamentos (Machos, Fêmeas e Controle) e 15 repetições;

Figura 10 – Tratamentos (5 fêmeas, 5 machos e controle/sem percevejos): mudas cobertas com telas antiofídicas para evitar entrada ou saída de insetos.



Fonte: Elaborada pela autora.

(2) Conduzido em chácara (09°35'03"S; 35°47'14"W), no município de Maceió-AL, no período de outubro a dezembro de 2013. As mudas (n=30) do experimento modelo (1) foram transportadas em seus recipientes para canteiros, sendo mantidas em gaiolas (BugDorm-43030 Insect Cage - BD43030), onde permaneceram até a conclusão do experimento. Aos 73 DAP, as 24 mudas utilizadas neste experimento foram cobertas, isoladamente, com telas antiafídicas, para vedação da entrada de outras pragas e saída das pragas em estudo, como no experimento anterior, e inseridas em cada uma delas dez percevejos (dez machos, dez fêmeas, cinco machos com cinco fêmeas) totalizando 180 insetos e um lote de seis plantas sem insetos (controle). Aos 104 DAP, foi suspensa a irrigação por 12 horas e em seguida, realizaram-se as avaliações. Utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos (dez machos, dez fêmeas, cinco machos com cinco fêmeas e controle/sem inseto), com seis repetições.

3.4.1 Variáveis analisadas

3.4.1.1 Eficiência fotoquímica

A primeira folha completamente expandida de cada planta (*in vivo*) foi utilizada, para as medidas de eficiência fotoquímica, aos 65 DAP (Experimento 1) e 104 DAP (Experimento 2). A eficiência quântica máxima (F_v/F_m) do fotossistema II (PSII) foi medida no horário de meio dia. A eficiência quântica efetiva do fotossistema II (Φ_{PSII}) foi medida às 13h, sendo quantificadas, *in vivo*, com um fluorômetro portátil modelo WALZ-PAM-2500, que emprega a medição de luz por modulação em amplitude de pulso (PAM – Pulse-Amplitude-Modulation) para promover o fechamento dos centros de reação do PSII, de acordo com o método descrito por Maxwell e Johnson (2000), sendo a F_v/F_m mensurada após condicionamento ao escuro, com pinças de plástico, durante 20 minutos, num total de uma leitura por planta. A Φ_{PSII} foi medida entre 11e 12 horas nas mesmas folhas que foram efetuadas as medidas de eficiência quântica máxima do PSII (F_v/F_m), conforme Schreiber *et al*, (1995), sendo realizada duas leituras por planta.

3.4.1.2 Trocas gasosas

As medidas de trocas gasosas foram também obtidas da primeira folha completamente expandida de cada planta, aos 65 DAP (Experimento 1), entre os horários de 10 e 12 horas da manhã, realizando-se apenas uma leitura por planta. Utilizou-se um analisador portátil de CO₂ a infravermelho (IRGA) da LI-COR®, modelo LI-6400XT, cujos parâmetros avaliados foram: fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci). Através dos valores obtidos para esses parâmetros, foi calculada a eficiência do uso da água (EUA), a eficiência instantânea de carboxilação (EC) e eficiência intrínseca no uso da água (EIUA).

3.4.1.3 Índice SPAD e análise de crescimento (fenologia)

O teor de clorofila das folhas do pinhão-mansão foi estimado *in vivo* com um medidor de clorofila portátil, modelo SPAD-502 (Minolta, Japão), aos 65 DAP (Experimento 1) e 104 DAP (Experimento 2). Foram realizadas dez leituras aleatórias da primeira folha completamente expandida de cada planta. Após a obtenção destas medidas, iniciou-se a preparação do material para obtenção dos dados de área foliar, altura (cm) e, diâmetro.

3.4.1.4 Pesagem e obtenção de massa seca

Aos 65 DAP (Experimento 1) e 104 DAP (Experimento 2) foram coletadas as folhas, pecíolos, caule e raízes para pesagem e obtenção da massa seca. Em seguida, o material vegetal foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar, até peso constante, à temperatura de 65°C para obtenção da massa seca.

3.4.2 Análise estatística

As variáveis passaram por análise de variância, comparação de média (teste de Tukey) a 5% de probabilidade. Os softwares utilizados foram Sisvar - versão 5.4 (FERREIRA, 2003).

3.5 Resultados e discussão

Os dados da eficiência quântica máxima (Fv/Fm) e eficiência quântica efetiva (Φ PSII) encontram-se na Tabela 7. A Fv/Fm de folhas de *J. curcas* não foi influenciada pela presença dos insetos conforme a Tabela 1. As plantas em contato com *P. torridus* (fêmeas), tiveram um incremento de 17,39% na eficiência quântica efetiva (Φ PSII), enquanto foi observado incremento intermediário de 6,52% nas plantas com tratamento dos insetos machos.

Tabela 1 - Comparação de médias da eficiência fotoquímica (eficiência quântica máxima (Fv/Fm tarde) e eficiência quântica efetiva (Φ PSII))

Tratamento	Fv/Fm tarde	Φ PSII
Controle	0,63 a	0,46 b
5 Fêmeas (F)	0,66 a	0,54 a
5 Machos (M)	0,67 a	0,49 a b
C.V.%	9,45	13,86

Nota: nas colunas, as médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pela autora.

A redução das eficiências quântica máxima (Fv/Fm) avalia a intensidade da fotoinibição, quando fatores bióticos ou abióticos alteram a funcionalidade do fotossistema II. Um dano fotossintético pode ser acusado a partir de valores de Fv/Fm inferiores aos parâmetros de normalidade (0,75-0,85), em resposta a vários tipos de estresses, dentre eles: ataques de pragas, injúrias mecânicas, estresse hídrico e salino, aplicação de herbicidas (OGREN; OQUIST, 1985; KRAUSE; WEIS, 1991; MAXWELL; JOHNSON, 2000; BAKER; ROSENQVST, 2004; KOCHEVA et al., 2004; CATUNDA et al., 2005; ZANANDREA et al., 2006; MARENCO et al., 2007; LIANG et al., 2007; TATAGIBA; PEZZOPANE, 2007; TROVÃO et al., 2007; SANTOS, 2008).

Apesar dos valores da eficiência quântica máxima (Fv/Fm tarde) do fotossistema II (PSII) terem sido abaixo dos parâmetros de normalidade apresentados na literatura, as Fv/Fm tarde de mudas de *J. curcas* sob herbivoria de *P. torridus* não diferiram estatisticamente do controle, neste aspecto, o qual não foi submetido a nenhum tipo de estresse. Em relação à eficiência quântica efetiva (ΦPSII) cinco fêmeas, após 30 dias de fitofagia aumentaram a capacidade fotossintética das mudas de *J. curcas*. Contudo, a Fv/Fm indica se há alguma dano inibitório. Na análise desse estudo, não foi observado variação nessa variável.

Os dados de trocas gasosas, assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci), eficiência do uso da água (EUA), eficiência instantânea de carboxilação (EC) e eficiência intrínseca no uso da água (EIUA) não foram influenciados pelos tratamentos, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Trocas gasosas (assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci), eficiência do uso da água (EUA), eficiência instantânea de carboxilação (EC) e eficiência intrínseca no uso da água (EIUA)).

Tratamento	A	Gs	E	Ci	EUA	EC	EIUA
Controle	11,50 a	0,19 a	2,47 a	235,09 a	4,99 a	0,05 a	69,95 a
5 Fêmeas	11,09 a	0,19 a	2,61 a	233,95 a	4,46 a	0,05 a	63,38 a
5 Machos	11,43 a	0,19 a	2,53 a	227,73 a	4,84 a	0,05 a	69,29 a
C.V.%	9,85	37,39	27,18	13,04	27,06	13,52	34,92

Nota: nas colunas, as médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pela autora.

Os fatores ambientais, como o ataque de pragas, são percebidos pelas células-guardas e esses sinais são integrados em respostas estomáticas bem definidas. Sendo assim, na maior parte das plantas, em resposta negativa a esses fatores, fecham seus estômatos para diminuir a perda de água pela transpiração, uma vez que os estômatos, no processo da transpiração (E), controlam a difusão de CO₂ para o interior das folhas e a difusão de vapor de água para fora das folhas. Isto provoca uma diminuição da condutância estomática (gs), menor assimilação de carbono e diminuição da taxa de fotossíntese (COSTA et al., 2001; TAIZ; ZEIGER, 2004; SANTOS, 2008). A partir dos dados apresentados na Tabela 2, a herbivoria realizada por cinco percevejos adultos fêmeas e machos em um período de 30 dias

não produziu resposta estomática negativa, conseqüentemente, não houve alteração na transpiração e fotossíntese (assimilação de CO₂)

A altura da planta diminuiu em função da presença de insetos adultos fêmeas e machos em 12,25% e 19,55%, respectivamente. O diâmetro também reduziu 7,35% na presença de fêmeas e machos. A área foliar teve decréscimo de 2,14% nas plantas que sofreram herbivoria das fêmeas e 18,75% dos machos.

A altura, diâmetro e área foliar das plantas foram afetados negativamente pela herbivoria de *P. torridus* (Tabela 3), sendo que os machos causaram um dano maior nas plantas em relação às fêmeas, que pode ser observado pela menor altura e área foliar quando as plantas foram atacadas por machos em relação às plantas atacadas por fêmeas. Não houve efeito da herbivoria sobre o índice SPAD das folhas.

Tabela 3 - Altura, diâmetro, área foliar e índice SPAD de *J. curcas* sob herbivoria de *P. torridus*.

Tratamento	Altura	Diâmetro	Área foliar	SPAD
Controle	27,01 a	1,36 a	813,55 a	31,61 a
Planta com 5 Fêmeas	23,70 b	1,26 b	796,17 b	32,80 a
Planta com 5 Machos	21,73 c	1,26 b	660,97 c	32,35 a
C.V.%	8,72	4,55	7,01	9,08

Nota: nas colunas, as médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pela autora.

Foi possível observar que machos e fêmeas da espécie foram capazes de desacelerar o crescimento (altura, espessura do caule e área foliar) das mudas de *J. curcas*, sendo os machos os maiores responsáveis pelos danos no crescimento.

O desenvolvimento dos vegetais está relacionado com todas as alterações que acontecem durante seu ciclo de vida, quer sejam qualitativas (diferenciação) ou quantitativas (crescimento). O crescimento envolve aumento de tamanho e/ou peso (CAIRO et al., 2008). Ambos dependem de fatores extrínsecos (ambientais) e intrínsecos (balanço hormonal e seu potencial genético). Como nesse estudo foi avaliado somente estágio inicial de *J. curcas* e não todo seu ciclo de vida, então, as variáveis analisadas mensuraram o comprometimento do crescimento e não o do desenvolvimento deste vegetal sob herbivoria de *P. torridus*.

A análise do índice SPAD mostrou que essa praga não interferiu no teor de clorofila de mudas de *J. curcas*. Já a massa seca das folhas diminuiu 10,17% nas

plantas que foram atacadas por machos. A massa seca do caule foi maior 6,99% no tratamento com as fêmeas, não diferindo significativamente do controle e inferior 13,24% nas plantas submetidas ao confinamento de machos. Os tratamentos fêmeas e machos surtiram efeito positivo na variável raiz, com 22,35% e 3,53%, respectivamente, no entanto não houve diferença entre os tratamentos machos e controle. A massa seca total das plantas avaliadas reduziu 9,52% no tratamento com machos e aumentou 6,30% no tratamento com fêmeas, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Comparação de médias da massa seca da folha, pecíolo, caule, raiz e massa seca total de plantas submetidas à herbivoria por *P. torridus* e controle (muda sem insetos).

Tratamento	Folha	Pecíolo	Caule	Raiz	MST
Controle	2,36 a	0,90 a	2,72 a	0,85 b	6,83 b
Planta com 5 Fêmeas	2,33 a b	0,98 a	2,91 a	1,04 a	7,26 a
Planta com 5 Machos	2,12 b	0,82 b	2,36 b	0,88 b	6,18 c
C.V.%	11,63	10,76	11,64	18,60	7,00

Nota: nas colunas, as médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pela autora.

A massa seca acumulada pela planta durante o processo de fotossíntese corresponde a 90%, enquanto que os 10% restantes são oriundos da absorção de nutrientes minerais do solo (MACHADO et al., 1982). Baseando-se nestes dados do crescimento vegetal, subentende-se que *J. curcas*, durante o experimento, se encontrava na fase inicial (crescimento lento) e que parte da biomassa adquirida foi obtida do processo de fotossíntese, o qual não foi comprometido com a herbivoria de *P. torridus* levando a acreditar que esta praga, principalmente os machos, pode retirar da planta os nutrientes absorvidos do solo.

A matéria seca produzida pelas plantas permite avaliar a transformação de energia luminosa em energia química através das variações das dimensões de partes da planta (folha, pecíolo, raiz e caule), de forma que os machos da espécie em estudo foram capazes de reduzir a biomassa das folhas, pecíolo e caule.

Ao contrário de plantas menores, a herbivoria com percevejos durante 30 dias não afetou Fv/Fm e Φ PSII e SPAD (Tabela 5) e comprimento do caule, do pecíolo e raiz, bem como no número de folhas (Tabela 6) de plântulas maiores de *J. curcas*, com 73 DAP.

Tabela 5 - Médias da FV-FM madrugada, FV-FM tarde, YIELD e SPAD de plantas submetidas à herbivoria de *P. torridus* e controle (muda sem insetos).

Tratamento	FV-FM madrugada	FV-FM tarde	YIELD	SPAD
Planta com 10 M	0,79417 a	0,61333 a	0,48200 a	28,65000 a
Planta com 10 F	0,78817 a	0,54233 a	0,51650 a	27,18333 a
Planta com 5M+ 5F	0,79133 a	0,63267 a	0,52750 a	25,75000 a
Controle (planta s/ inseto)	0,78467 a	0,58917 a	0,51617 a	27,63333 a
C.V.%	2,03	14,00	13,84	10,47

Nota: nas colunas, as médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabelas 6 - Médias do comprimento do caule, pecíolo, raiz, e número de folhas de plantas submetidas à herbivoria e controle (muda sem insetos).

Tratamento	Comp. caule depois da herbivoria	Comp. pecíolo depois da herbivoria	Comp. raiz depois da herbivoria	Nº de folhas
Planta com 10 M	13,22 a	50,84 a	15,66 a	23,59 a
Planta com 10 F	14,58 a	57,10 a	14,34 a	27,10 a
Planta com 5M+ 5F	16,02 a	57,94 a	13,32 a	32,13 a
Controle (planta s/ inseto)	15,36 a	49,00 a	14,88 a	28,29 a
C.V.%	11,76	17,32	15,80	22,71

Nota: nas colunas, as médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pela autora.

A matéria fresca e seca (Tabela 7) produzida pelas plantas submetidas à herbivoria de percevejos (n=10), durante 30 dias (metodologia 2), após 73 DAP não teve efeito entre os tratamentos (mudas com 10 machos, mudas com 10 fêmeas, mudas com 5 machos e 5 fêmeas, mudas sem percevejos). Subtendeu-se, nesse estudo, que as plantas à medida que se desenvolviam (73 DAP) tornaram-se mais resistentes ao ataque de *P. torridus*, uma vez que ao receberem o dobro da quantidade de insetos (n=10) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos quando comparados com o controle, por isso esta fase das plantas pode ser utilizada, devido à resistência da muda, como dieta natural de *P. torridus* em laboratório.

Já com 34 DAP e herbivoria de percevejos (n=5), durante 30 dias (Metodologia 1), houve injúrias. Entretanto, foram brandos e se restringiram ao crescimento e acúmulo de biomassa quando comparados com o controle.

Tabela 7 - Médias da massa fresca, massa seca da folha, raiz + caule + pecíolo e total de plantas submetidas à herbivoria e controle (muda sem insetos).

Tratamento	Massa fresca depois da herbivoria	Massa Seca (folha)	Massa Seca (raiz + caule + pecíolo)	Massa Seca Total
Planta com 10 M	5,00 a	1,06 a	3,26 a	4,33 a
Planta com 10 F	5,20 a	0,94 a	4,59 a	5,50 a
Planta com 5M+ 5F	5,60 a	1,23 a	4,61 a	5,81 a
Controle (planta s/ inseto)	5,00 a	1,08 a	4,15 a	5,23 a
C.V.%	9,62	22,48	30,91	27,62

Nota: nas colunas, as médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pela autora.

Em suma, as mudas que sofreram injúrias encontravam-se no período de 34 a 64 DAP, sendo infestadas por 5 percevejos, já as mudas submetidas à herbivoria de 10 percevejos, no período de 73 a 103 DAP, não sofreram injúrias. É possível na falta de fruto ou de folhas de plantas adultas de *J. curcas* o *P. torridus* realizar herbivoria em mudas de *J. curcas* e causar danos, pois a fitofagia realizada por estes percevejos é variada (várias partes das plantas) e intensa, uma vez que eles foram encontrados no campo, com os estiletos do rostrum inseridos nas folhas, partes aéreas e pecíolos, realizando fitofagia em torno de duas horas consecutivas.

Pachycoris torridus possui aparelho bucal sugador desde suas fases iniciais (ninfas), que se desenvolve ao atingir a fase adulta, a ponto de sugar qualquer parte da planta, no entanto sua maior preferência nesta fase (adulta) é o fruto verde ou maduro. (AMERICA, 2007; NAVA, DELMAR, 2009; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010; RODRIGUES et al., 2011).

Outra questão observada foi à resistência que a *J. curcas* teve ao ataque de *P. torridus*, mesmo nas fases iniciais. Como as mudas dessa espécie servem de dieta para a praga em estudo, mantidas em insetários, então, sugere-se utilizar mudas com mais de 73 DAP pela resistência mostrada ao ataque desta praga prolongando o período de substituição das mudas submetidas à herbivoria.

Os achados de Rodrigues et al. (2011) e Grimm (1999) contradizem os resultados apresentados no presente trabalho, que coloca as fêmeas como as responsáveis pelas injúrias causadas aos frutos e sementes de *Jatropha curcas*, pois os frutos que receberam um macho pouco reduziram de massa, não diferindo dos frutos sem percevejos. Segundo esses autores as fêmeas necessitam adquirir

reservas nutricionais para o desenvolvimento de óvulos, isto por que após a postura, permanecem protegendo ovos e ninfas (até 2º instar), precisando, portanto, de reservas adquiridas. Grimm (1999) também verificou que machos da espécie *Pachycoris klugii* não reduziram a massa de frutos de pinhão-manso, sendo os maiores danos causados por ninfas e fêmeas. Contudo, no presente trabalho foram avaliadas as injúrias causadas em mudas e os estudos anteriores foram realizados com o fruto, que pode ser a parte da planta essencial para manutenção e sobrevivência das fêmeas, já que as mesmas necessitam de reservas calóricas nutricionais pra se manterem vivas no período de oviposição e guarda das posturas.

Cabe lembrar que, os machos são menores ao serem comparados com as fêmeas, possuem aproximadamente a metade de seu peso, são mais ágeis e, ao serem submetidos a situações de alto estresse (avaliação de trabalho realizado pelos autores desse artigo, mas que ainda não foram publicados) continuam realizando herbivoria intensa, enquanto que as fêmeas recuam e se isolam. Com isso, o ambiente novo de confinamento pode ter contribuído para que às fêmeas reduzissem sua disposição alimentar. Gabriel e Franco (2012), durante observações verificaram a preferência dos adultos por proteção e habitats escuros, pois se escondiam com frequência. Grimm e Somarriba (1998) observaram comportamento semelhante em *P. klugii* na herbivoria de *J. curcas*.

3.6 Conclusão

Adultos machos da espécie *Pachycoris torridus* causaram injúrias às mudas de *Jatropha curcas* com 34 DAP, após 30 dias de herbivoria. As injúrias afetaram o crescimento e acúmulo de biomassa, por isso deve ser feito o controle da praga quando ocorrerem sinais de infestação nessa fase. Entretanto, ainda não se sabe se essas injúrias comprometerão a produção de óleo, sendo necessário avaliar essas plantas quando atingirem a fase adulta e produzirem frutos. Por outro lado, ao atingir 73 DAP, as mudas tornaram-se mais resistentes ao ataque dessa praga, mesmo sendo submetidas à herbivoria com o dobro de insetos. A espécie *J. curcas* foi resistente ao ataque de *P. torridus*, mesmo nas fases iniciais (a partir de 73 DAP). Para reduzir custos, esforços e poupar tempo na criação de *P. torridus* em laboratório, sugere-se utilizar mudas, de *J. curcas* na dieta desse percevejo, com

mais de 73 DAP, pela resistência mostrada ao ataque dessa praga, prolongando o período de substituição das mudas submetidas à herbivoria. Quanto ao plantio no campo, é necessário transplantá-las quando atingirem 73 DAP, pois estarão mais resistentes ao ataque de *P. torridus*.

3.7 Referências

ALBUQUERQUE, U.P., Lucena, R.F.P., Cunha, L.V.F.C. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**, 2ª ed. Comunigraf, Recife, 2008.

AMERICA, C. *Jatropha* cultivation. **Jatropha: a smallholder bioenergy crop**. [S.l.: s.n.] 2007. v. 8p. 27–40.

AUGUSTUS, G. D. P. S.; JAYABALA, N. M.; SEILERB, G. J. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, v. 23, p. 161-164, 2002.

AVELAR, R.C. et al. **Avaliação da ocorrência do percevejo *Pachycoris torridus* em plantas de pinhão manso do banco de germoplasma da UFLA**. 2007. 5p.

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 403, p. 1607–1621, 2004.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Primeiro registro de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772). **Ciências Agrotécnica**, vol. 34, p. 1654–1657, 2010.

CAIRO, P. A. R; et al. **Análise de Crescimento de Plantas** – Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008.

CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C., TORRES, A.C. Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p. 1-18, 1989.

CATUNDA, M.G. et al. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.115-121, 2005.

COSTA, C. et al. Inter-relationships of applied nitrogen, SPAD, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.8, p.1173-1194, 2001.

DUTRA, N.C.M.; OTTATI, A.L.T.; LEMOS, R.N.S. de. **Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Maranhão**. Brasília: Embrapa, 2007.

- GABRIEL, D. ; FRANCO, D. A. de S. Aspectos biológicos e morfológicos de *Pachycoris torridus* Scopoli, 1772 (Hemiptera : Scutelleridae) criados com pinhão-manso *Jatropha curcas* L., 1753, em laboratório Biological and morphological aspects of *Pachycoris torridus* Scopoli, 1772 under la. **Científica**, v. 40, p. 156–163, 2012.
- GRIMM, C. Evaluation of damage to physic nut (*Jatropha curcas*) by true bugs. **Entomology Experimentalis et Applicata**, v.92, p.127–136, 1999.
- KOCHEVA, K. et al. Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. **Bioelectrochemistry**, n. 63, p. 121–124, 2004.
- KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p.313-349, 1991.
- LIANG, Y. et al. Responses of *Jatropha curcas* seedlings to cold stress: photosynthesis - related proteins and chlorophyll fluorescence characteristics. **Physiologia Plantarum**, v. 131, p. 508–517. 2007.
- MACHADO, E.C. et al. Índices biométricos de duas cultivares de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.9, p.1323-1329, 1982.
- MARENCO, R. A. et al. Fotoinibição dinâmica da fotossíntese em árvores de dossel da Amazônia Central, **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 150-152, 2007.
- MAXWELL, K.; JOHNSON, G.N. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, p. 659-668, 2000.
- NAVA, D. E.; DELMAR, S. Insetos Praga e Benéficos na Cultura do Túngue. **Embrapa Clima Temperado**. 1. ed. Pelotas: Embrapa, n. 276, 2009. 13 p.
- OGREN, E.; OQUIST, G. Effect of drought on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and photoinhibition susceptibility in intact willow leaves. **Planta**, Berlin, v.166, n.3, p.380-388, 1985.
- RODRIGUES, S. R. et al. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoris torridus* em pinhão – manso. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 356–360, 2011.
- ROZANE, D. E. et al. Influência do cultivar, do tipo de folha e do tempo de cultivo na medida indireta da clorofila (SPAD) em mudas de goiabeira. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1538-1543, 2009.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian caatinga. In Seasonally dry tropical forest (S.H. Bullock, H.A. Mooney & E. Medina, eds.). **Cambridge University Press**, Cambridge, p.35-63, 1995.

- SANCHEZ-SOTO, S.; NAKANO, O. Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) em acerola (*Malpighia glabra* L.) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 481-482, 2002.
- SANTOS, C.M. **Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso** (*Jatropha curcas* L.). 2008.
- SANTOS, C. M. **Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso (Jatropha curcas L.) em diferentes épocas do ano no estado de Alagoas**. Rio Largo: UFAL, 2008. 67p. Dissertação Mestrado
- SATURNINO, H.M. et al. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.44-78, 2005.
- SCHREIBER, U. et al.. Assessment of photosystem II photochemical quantum yield by chlorophyll fluorescence quenching analysis. **Australian Journal of Plant Physiology** . v.22, 209–220. 1995
- SILVA, P.H.S. **Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) na cultura do pinhão manso *Jatropha curcas* L. no estado do Piauí, Brasil**. Brasília: Embrapa, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.
- TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M. Cinética de emissão de fluorescência das clorofilas em dois clones de eucalyptus. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 10, 2007.
- TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E. K. **Cultivo do pinhão-manso para produção de biodiesel**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas. Série Agroindústria, 2007. p.130-133.
- TROVÃO, D. M. B. et al. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 307-311, 2007.
- WANDERLEY FILHO, H. C. D. L. **Uso de bioestimulantes e enraizadores no crescimento inicial e tolerância à seca em cana-de-açúcar**. 2011.
- WEBSTER, G.L. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 81, p. 33-144, 1994.
- ZANANDRE, A. I. et al. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 157-161, 2006.

4. DENSIDADE POPULACIONAL E DINÂMICA ESPACIAL DE *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae): avaliação da atratividade de *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) sobre essa praga em diferentes direção e distância

4.1 Resumo

A espécie *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) produz matéria-prima para obtenção do biodiesel. *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (ordem Hemiptera, subordem Heteroptera) é a praga-chave dessa cultura. Esse inseto é capaz de reduzir o teor de óleo de *J. curcas* em até 50%. O presente trabalho visa obter a densidade populacional e dinâmica espacial de *P. torridus*, assim como avaliar a atratividade de *J. curcas* sobre essa praga em diferentes direção e distância. Foram realizadas oito coletas na plantação de *J. curcas* (n=474), localizada no Centro de Ciências Agrárias, de todos os estádios de *P. torridus*, com registros das plantas hospedeiras, bem como a quantidade de frutos que tais arbustos possuíam. A última coleta foi efetuada poucos minutos antes da liberação de percevejos adultos, os quais foram divididos em 12 grupos, cada qual continha 20 amostras, sendo dez de cada gênero. Para identificação dos percevejos utilizou-se esmalte de seis cores diferentes, marcando-os com uma e duas manchas de cada cor. Os insetos foram soltos em três distâncias (50, 125 e 200 m), nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste da plantação, em seguida foram procurados na área da plantação 24, 48, 72, 96 e 120h após a libertação dos mesmos. Maior parte dos percevejos que atingiu a plantação de *J. curcas* era macho por serem mais leves e ágeis, que as fêmeas. Dos grupos avaliados, somente representantes de três grupos: Oeste/125m, Norte/200m e Sul/200m não atingiu a plantação. Por fim, a espécie *J. curcas* emite cairomônios a longa distâncias, os quais atraem isoladamente *P. torridus* para hospedagem e herbivoria.

Palavras-chave: Pinhão-manso; Percevejo do pinhão-manso; Herbivoria; Cairomônios.

4.2 Abstract

The *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) species produces raw material for the production of biodiesel. *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) is a key pest of this crop. This insect is capable of reducing up to 50% of the oil content of the *J. curcas*. This study seeks to obtain the population density and spatial dynamics of *P. torridus* and as well assess the attractiveness of *J. curcas* on this pest in different direction and distance. Four samples were taken every seven days, in a *J. curcas* plantation (n=274) located in the Agrarian Science Center, from all the stages of the *P. torridus* with records of host plants as well as the amount of fruit that such bushes had. The last sampling was done a few minutes before the release of adult bugs, which were divided into 12 groups, each one containing 20 samples, ten from each gender. To identify the bugs, six different coloros of nail polishes were used, marking them with one and two spots of each color. The insects were released at three distances (50, 125 and 200 meters) in the directions: North, South, East and West of the plantation. Then they were sought for in the plantation area 24, 48, 72, 96 and 120 hours after they were released. Most of the bugs that reached of the *J. curcas* plantation were male, because they are lighter and more agile than females. Of the 12 groups studied, only representatives of three groups: West/125m, North/200m and South/200m did not reached the plantation. Finally, the *J. curcas* specie emits kairomones at long distances (200m) which isolatedly attracts *P. torridus* for hosting and herbivory.

Keywords: Bug of the *Jatropha*; Herbivory; Kairomones.

4.3 Introdução

A espécie *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) produz matéria-prima para obtenção do biodiesel, que atende aos padrões da Europa e Estados Unidos (AZAM et al., 2005; TIWARI et al., 2007), sendo considerada uma cultura de grande valor econômico (ACHTEN et al., 2008).

Pachycoris torridus (Scopoli, 1772) (ordem Hemiptera, subordem Heteroptera) é a praga-chave da *J. curcas*, o teor de óleo dessa cultura pode ser reduzido em até

50% (RODRIGUES et al., 2011; BORGES FILHO et al., 2013). Estádios iniciais (ninfas), assim como adultos sugam partes moles de *J. curcas*, repercutindo em seu tamanho (reduzido), maturidade (aceleração) dos frutos e necrose, em algumas partes dos frutos (NAVA, DELMAR, 2009).

A cultura *J. curcas* pode emitir compostos químicos, conhecidos como cairomônios, substâncias essas que beneficiam o indivíduo receptor (ZARBIN; RODRIGUES, LIMA, 2009), nesse caso a praga *P. torridus*, pode ser atraída a planta pelo reconhecimento químico desses compostos.

O programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) é um modelo que preconiza a observação, a fim de obter o acúmulo de informações sobre as espécies e os respectivos índices de infestação para se adotar um controle mais criterioso (BENVENGA; FERNANDES; GRAVENA, 2007). O estudo da densidade populacional de *P. torridus*, bem como da atratividade de *J. curcas* sobre essa praga permite traçar caminhos que auxiliem experimentos posteriores baseados no MIP, para controle dessa praga.

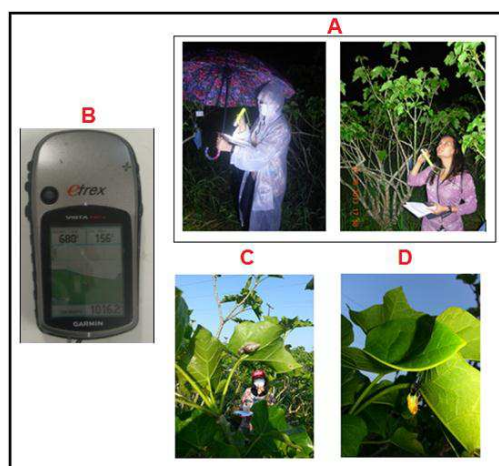
Na tentativa de avaliar a atratividade de *J. curcas* sobre *P. torridus* foi realizada aerações de 24, 48, 72 e 96h, em mudas (120 dias após o plantio) dessa cultura, no laboratório de pesquisa de recursos naturais (LPqRN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), para identificação de semioquímicos e posteriormente submetê-los a bioensaios comportamentais com a espécie em estudo. Pretendia-se entender o mecanismo de chegada dessa praga na planta, ou seja, se ela era atraída pelo feromônio (sexual ou agregação) emitido pelos percevejos (machos ou fêmeas) da mesma espécie ou se a planta liberava compostos voláteis que atraía o herbívoro. Entretanto, não foi identificado nenhum composto químico. Esse método foi inviabilizado no campo, porque nesse período, as plantas adultas estavam com escassez de frutos (parte da planta que mais atrai os percevejos dessa espécie). Com isso surgiu a necessidade de desenvolver um ensaio que avaliasse a atratividade da *J. curcas* sobre *P. torridus* no campo.

O presente trabalho teve como objetivo obter a densidade populacional e dinâmica espacial de *P. torridus*, além de avaliar a atratividade de *J. curcas* sobre essa praga em diferentes direção e distância.

4.4 Material e métodos

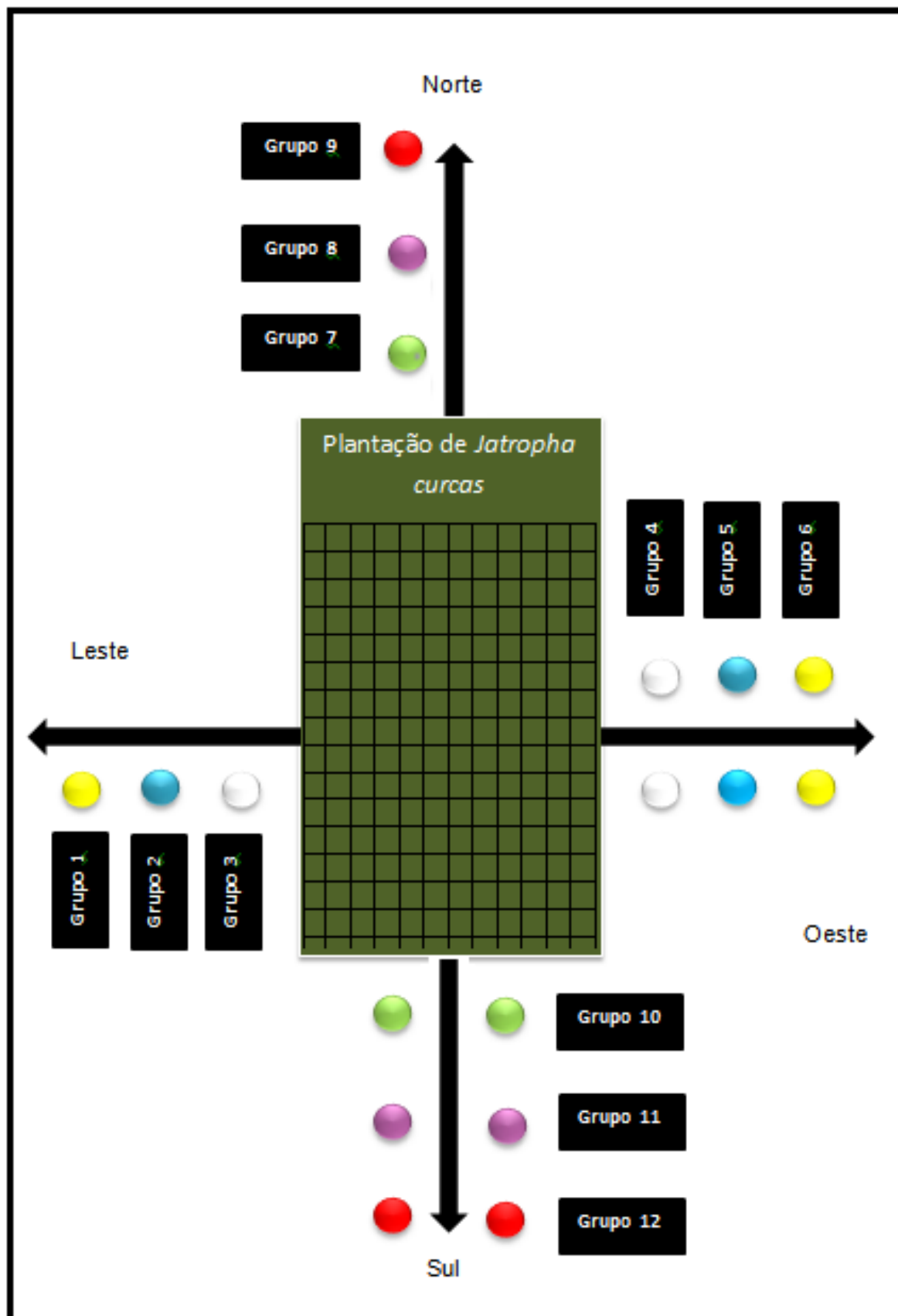
Foram realizadas quatro coletas em plantas aleatórias, a cada sete dias, com início em 26 de julho de 2013, na plantação de *J. curcas* (n=474), localizada no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), de todos os estádios de *P. torridus* para obtenção da densidade populacional por m² e por planta. Outras quatro coletas foram iniciadas em 29 de agosto de 2013 em toda a plantação de *J. curcas*, no mesmo local, a cada sete dias, com registros também de todas as fases de *P. torridus*, bem como das plantas, as quais esses percevejos se hospedavam, além da quantidade de frutos que tais arbustos possuíam. A última coleta foi efetuada poucos minutos antes da liberação de percevejos adultos, os quais foram obtidos da mesma plantação quando ninfas (5º instar) e mantidos em confinamento no Laboratório de Pesquisa de Recursos Naturais (LPqRN/UFAL) até completarem 90 dias de organismo adulto. Tais insetos foram divididos em 12 grupos, cada qual continha 20 espécimes, sendo dez machos e dez fêmeas, totalizando 240. Para identificação dos insetos utilizou-se esmalte de seis diferentes cores (verde, lilás, vermelho, branco, azul e amarelo) com uma e duas manchas para cada cor. Os percevejos foram soltos em três distâncias (50, 125 e 200 m), com auxílio de GPS (*eTrex garmin*) (Figura 11), nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste da plantação de *J. curcas*, como mostra a Figura 12 e Quadro 1, em seguida foram procurados na área da plantação 24, 48, 72, 96 e 120h após a liberação dos mesmos. Essa metodologia foi desenvolvida pela autora da tese juntamente com o professor Fábio Luiz Fregadolli do CECA/UFAL.

Figura 11 – Avaliações no campo.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 12 - Croqui do experimento.



Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 1 - Características dos grupos de insetos.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 12
Qt de Machos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Qt de Fêmeas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cor do esmalte (mancha artificial)	Branco	Azul	Amarelo	Branco	Azul	Amarelo	Verde	Lilás	Vermelho	Verde	Lilás	Vermelho
Nº de Manchas	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
Direção	Leste	Leste	Leste	Oeste	Oeste	Oeste	Norte	Norte	Norte	Sul	Sul	Sul
Distância em metros	50	125	200	50	125	200	50	125	200	50	125	200

Fonte: Elaborada pela autora.

4.4.1 Análise estatística

Os resultados da avaliação da atratividade de *Jatropha curcas* sobre *Pachycoris torridus* em diferentes direções e distâncias foram analisados por meio do Qui-quadrado (X^2) no Software Past. As Variações (%) dos efeitos de direção (Norte, Sul, Leste e Oeste), distância (50, 125 e 200 metros), tempo (24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas), fileiras (F1 - F12) e grupos (G1 - G12) foram representadas em gráficos. A densidade populacional de adultos (macho, fêmea sem postura e fêmea guardando postura) e estádios iniciais (2º, 3º, 4º e 5º instares) de *P. torridus* por m² e por planta foi calculada a partir de dados obtidos de coletas gerais e aleatórias.

4.5 Resultados e discussão

A Tabela 8 representa os resultados da densidade populacional de adultos (macho, fêmea sem postura e fêmea guardando postura) e estádios iniciais (2º, 3º, 4º e 5º instares) de *Pachycoris torridus* por m² e por planta, obtidos da plantação de *Jatropha curcas* (n = 474), em quatro coletas aleatórias, a cada 7 dias. As fêmeas possuíram densidades maiores em relação aos machos e ninfas em todas as coletas. A densidade populacional dos machos superou a das ninfas em todas as fases, com exceção das ninfas de 3º instar (4ª coleta), que apresentaram densidade maior. De acordo com essa coleta aleatória, sem ser em toda plantação, a densidade populacional de percevejos em todos os estádios foi de 1,49 por m², isso significa que cada planta possui em média 4,42 percevejos. A proporção de ninfa para adulto foi de uma ninfa para cada 7,27 adultos.

A Tabela 9 representa os resultados da densidade populacional de adultos e estádios iniciais de *P. torridus* por m² e por planta, obtidos da plantação de *J. curcas*, em quatro coletas gerais, a cada 7 dias. Os machos possuíram densidades maiores em relação às fêmeas e ninfas em todas as coletas. A densidade populacional das fêmeas superou a das ninfas em todas as fases e a densidade populacional de percevejos adultos em todos os estádios foi de 0,78 por m², ou seja, cada planta possuiu em média 2,32 percevejos. A proporção de ninfa para adulto é de uma ninfa para cada 1,19 adultos.

Tabela 8 – Densidade populacional de *P. torridus* em plantação de *J. curcas* (n=474). Coleta aleatória de 7 em 7 dias, com início em 26 de julho de 2013. Foram coletadas, somente, duas fêmeas guardando postura, sendo uma na 3ª e outra na 4ª coleta.

Coletas	Fêmeas		Machos		Ninfas 2º instar		Ninfas 3º instar		Ninfas 4º instar		Ninfas 5º instar		Total de percevejos (todos os estádios)	
	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta
1ª	0,146	0,435	0,121	0,359	0,038	0,112	0,063	0,188	0,090	0,268	0,093	0,276	0,551	1,637
2ª	0,147	0,437	0,122	0,363	0,004	0,011	0,023	0,068	0,067	0,200	0,044	0,131	0,407	1,209
3ª	0,097	0,289	0,094	0,278	0,014	0,042	0,036	0,108	0,036	0,105	0,041	0,122	0,318	0,945
4ª	0,042	0,124	0,040	0,120	0,009	0,027	0,055	0,162	0,030	0,091	0,035	0,103	0,212	0,631
Total	0,430	1,278	0,377	1,120	0,065	0,192	0,177	0,525	0,224	0,665	0,213	0,633	1,489	4,422

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 9 – Densidade populacional de *P. torridus* em plantação de *J. curcas* (n=474). Coleta geral de 7 em 7 dias, com início em 29 de agosto de 2013.

Coletas	Fêmeas		Fêmeas com postura		Machos		Ninfas 2º instar		Ninfas 3º instar		Ninfas 4º instar		Ninfas 5º instar		Total de percevejos (todos os estádios)	
	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta	m ²	planta
1ª	0,219	0,650	0,000	0,000	0,228	0,677	0,044	0,131	0,001	0,004	0,011	0,032	0,018	0,053	0,521	1,546
2ª	0,065	0,194	0,003	0,008	0,073	0,217	0,013	0,038	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,010	0,158	0,470
3ª	0,022	0,065	0,000	0,000	0,047	0,139	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,004	0,071	0,211
4ª	0,012	0,036	0,000	0,000	0,018	0,053	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,000	0,000	0,031	0,093
Total	0,318	0,945	0,003	0,008	0,366	1,086	0,057	0,169	0,001	0,004	0,013	0,040	0,023	0,068	0,781	2,321

Fonte: Elaborada pela autora.

Dos percevejos que atingiram a plantação 57,90% eram machos e 42,10% fêmeas. Na primeira e última avaliação, 24h e 144h, respectivamente não foram visto *P. torridus* marcados na plantação.

A Tabela 10 mostra a contigência (χ^2) do efeito direção (1), distância (2), tempo (3), fileira (4), grupos (5) de *P. torridus* (machos e fêmeas) que retornaram a plantação. Os números seguidos de letras correspondem aos desmembramentos dos efeitos analisados. Para o efeito direção houve diferença significativa pelo Teste Qui-quadrado (χ^2) a 0,5% de probabilidade, assim como em todos os seus desmembramentos, entretanto na direção Norte e Leste a probabilidade foi de 5%. No efeito distância não houve diferença significativa, apenas no desmembramento de 50 e 125m, isto por que a proporção de fêmeas e machos foi próxima, ao contrário da distância de 200m, a qual só foi atingida por fêmeas. No efeito tempo, as horas 24 e 144 foram excluídas da análise, pela ausência de valores. Para as horas analisadas houve diferença significativa a 0,5% de probabilidade pelo mesmo teste aplicado, com exceção de 72h e 96h, que não houve diferença significativa, uma vez que machos e fêmeas apresentaram proporções semelhantes nesses horários. Quanto ao efeito fileira não houve diferença significativa apenas no desmembramento de F2 e F12, tais fileiras apresentaram proporções próximas em machos e fêmeas. Cabe lembrar que no efeito fileira não foi encontrado percevejos nas plantas situadas nas fileiras 6, 8, 9 e 10, por isso estas foram excluídas da análise. Por fim, os grupos 5, 9 e 10 também não possuíram representantes, sendo excluídos da análise. Nesse último efeito houve diferença significativa em todos os desmembramentos a 0,5% de probabilidade, porém nos grupos 3 e 7 a probabilidade foi de 5%.

Tabela 10 – Contingência, Grau de Liberdade (GL), Qui-quadrado (X^2) Calculado/Tabelado e Significância dos efeitos: (1) direção, (2) distância, (3) tempo, (4) fileira, (5) grupos de *P. torridus* machos e fêmeas.

Classes	Contingência	GL	X^2 Calculado	X^2 Tabelado	Significância
1	4 X 2	3	150,03	12,84	* 0,5%
1A	3 X 2	2	35,29	10,60	* 0,5%
1B	3 X 2	2	146,67	10,60	* 0,5%
1C	3 X 2	2	98,42	10,60	* 0,5%
1D	2 X 2	1	4,55	3,84	* 5%
1E	2 X 2	1	33,33	7,88	* 0,5%
1F	2 X 2	1	14,29	7,88	* 0,5%
1G	2 X 2	1	133,33	7,88	* 0,5%
1H	2 X 2	1	100,27	7,88	* 0,5%
1I	2 X 2	1	50,00	7,88	* 0,5%
2	3 X 2	2	110,59	10,60	* 0,5%
2A	2 X 2	1	0,96	3,84	^{ns} 5%
2B	2 X 2	1	85,71	7,88	* 0,5%
2C	2 X 2	1	100,27	7,88	* 0,5%
3	4 X 2	3	88,22	12,84	* 0,5%
3A	3 X 2	2	17,85	10,60	* 0,5%
3B	2 X 2	1	1,03	3,84	^{ns} 5%
3C	2 X 2	1	9,63	7,88	* 0,5%
3D	2 X 2	1	33,76	7,88	* 0,5%
4	8 X 2	7	438,20	20,28	* 0,5%
4A	2 X 2	1	0,38	3,84	^{ns} 5%
4B	2 X 2	1	19,78	7,88	* 0,5%
5	9 X 2	8	624,65	21,96	* 0,5%
5A	2 X 2	1	200	7,88	* 0,5%
5B	2 X 2	1	13,33	7,88	* 0,5%
5C	2 X 2	1	5,72	3,84	* 5%
5D	2 X 2	1	28,57	7,88	* 0,5%

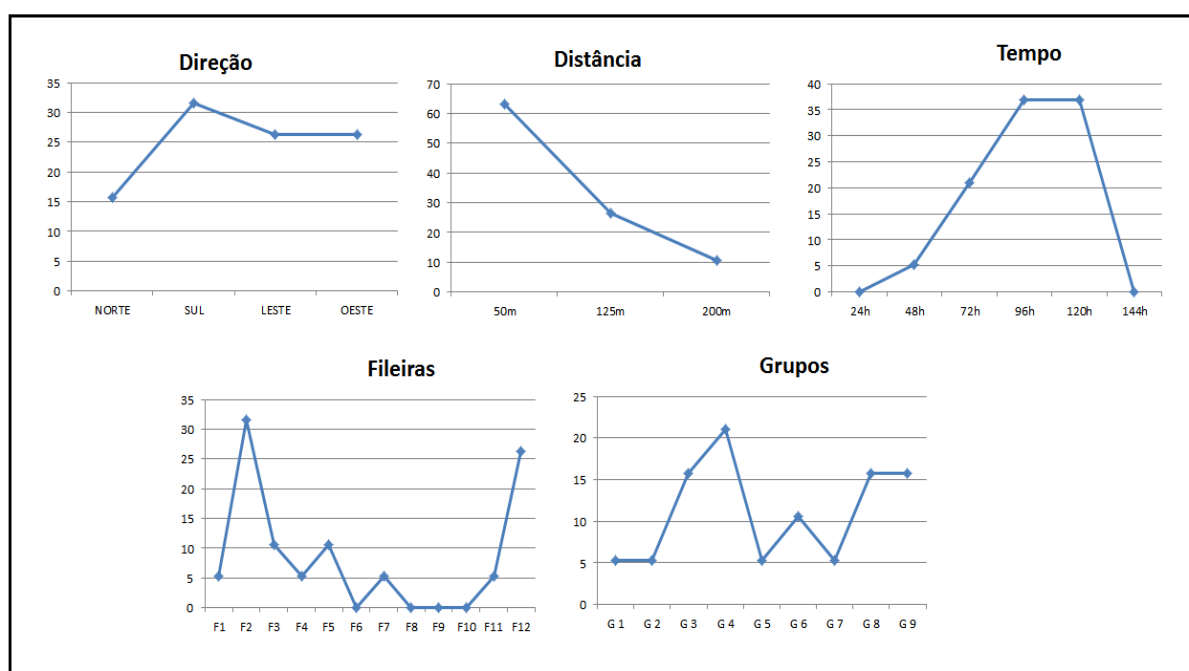
Notas: 1 = Norte, Sul, Leste e Oeste; 1A = Norte, Leste e Oeste; 1B = Norte, Leste e Sul; 1C = Norte, Oeste e Sul; 1D = Norte e Leste; 1E = Leste e Oeste; 1F = Norte e Oeste; 1G = Norte e Sul; 1H = Sul e Leste; 1I = Sul e Oeste; 2 = 50m, 125m e 200m; 2A = 50 e 125m; 2B = 125m e 200m; 2C = 50m e 200m; 3 = 48h, 72h, 96h e 120h; 3A = 72h, 96h e 120h; 3B = 72h e 96h; 3C = 72h e 120h; 3D = 48h e 120h; 4 = Fileiras 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11 e 12; 4A = Fileiras 2 e 12; 4B = Fileiras 5 e 12; 5 = Grupos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11; 5A = Grupos 2 e 10; 5B = Grupos 4 e 7; 5C = Grupos 3 e 7; 5D = Grupos 4 e 10.

Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 13 corresponde a Variação (%) dos efeitos de direção, distância, tempo, fileiras e grupos. Quanto à direção foram encontrados 15,79% de percevejos oriundos do Norte; 31,57% do Sul e 26,32% do Leste e Oeste. A direção Sul foi a mais representativa, a Norte a menos e as direções Leste e Oeste foram indiferentes. A distância de 50m correspondeu 63,16% dos insetos que foram encontrados na plantação; 26,32% eram provenientes da distância de 125m e 10,53% de 200m. A distribuição do tempo foi: 5,26% (100% machos) em 48h;

21,05% (50% machos e 50% fêmeas) em 72h, 36,84% (57,14% fêmeas e 42,84% machos) em 96h e 36,84% (71,43% machos, e 28,57% fêmeas) em 120h. As composições (%) das fileiras (F) foram distribuídas da seguinte maneira: F2 com 31,58%; F12 com 26,32%; F3 e F5 com 10,53%; F1, F4, F7 e F11 com 5,26%. Os grupos apresentaram a seguinte distribuição: 5,26% pertenciam aos grupos 1, 2, 6 e 8; 10,54% ao grupo 7; 15,79% aos grupos 3, 4 e 12; 21,06% ao grupo 10.




















Figura 13 – Variação (%) dos efeitos de direção, distância, tempo, fileiras e grupos.



Fonte: Elaborada pela autora.

Na Figura 14, é possível visualizar todos os insetos que atingiram a plantação, bem como suas características (cor e quantidade de manchas). Cada quadrado corresponde uma planta. Os quadrados negros representam ausência de planta na área (possivelmente mudas que não se desenvolveram). A preferência foi por plantas que estavam nas primeiras colunas (efeito bordadura), que correspondem à porta de entrada da plantação.

Figura 14 - Croqui da plantação de *Jatropha curcas* (ausência de plantas nas áreas marcadas de preto).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43	35		38	41	40	40	41	42	42	39	40	

Fonte: Elaborada pela autora.

O Quadro 2, refere-se a dinâmica espacial de *P. torridus* em quatro coletas realizadas na plantação de *J. curcas.*, onde as letras (a - m) correspondem as 12 fileiras (colunas) de plantas representadas no croqui da Figura 11. Das 474 plantas, 49,16% possuíam percevejos, sendo 23,18% dessas plantas continham apenas fêmeas, 27,04% somente machos e 49,79% ambos os gêneros. Em toda plantação só foram registrados 39 frutos (todos secos) distribuídos em 18 plantas (9a, 13m, 20j, 22m, 22j, 26j, 27d, 34j, 35m, 36m, 34l, 35i, 36h, 38d, 39i, 39j, 40d e 41j)., destas apenas nove hospedaram percevejos.

Quadro 2 – Dinâmica espacial de *P. torridus* em quatro coletas realizadas na plantação de *J. curcas.*

F	COLETAS							
	1 ^a		2 ^a		3 ^a		4 ^a	
	M	F	M	F	M	F	M	F
1	d	-	2e	d, e	d	-	g	-
2	6b, d, h	a, 5b, 4h	3h	h, i	b, i	-	-	-
3	3m, 7e	4e	7b, e, f	2b, 2f	-	b, i	-	-
4	c	a, 2c	b	4f	b, m	e	-	-
5	b, 3c, d, f	2c, 6f, 2g	b, c	c, j	-	-	-	-
6	2b, g	4f, 4b, 2h	2b, j, h	2b, j, h, d	b	g	c	-
7	5d, g, j	c, d	5b, c, f, g	3b	b	-	f	d
8	3b, 2d	-	c, 5m	c, m	-	-	-	-
9	3g	c, j, 4g	2m	h, m	g, h	-	-	-
10	8a, 10d, e, 14m	3a, c, 3d, 6i, 12m	i, 2j	e, f, 3j	-	-	-	-
11	b, j, i	i	2c, 4m	5m	-	-	-	-
12	c, 4d, e, 44m	b, 2d, 3e, 37m	3e, 2i	e, g	m	l	m	2m
13	14m, d	8m, d	d, j	2d, 2j, l	d, 3m	-	-	-
14	d	2g, 2h, 3j	a, b, 2d, 2h	b	c	2g	m	-
15	a, d, i	i	b, i	i	-	g	-	-
16	3e, 6m	2e, 2m	l	-	-	-	m	-
17	3j	2j	-	4c	-	-	m	m
18	14b	2e, 5b	-	d	m	m	-	-
19	3b	b	a, g	g	e	-	-	-
20	2a, b, l, m	2a, 2b, f, 2m	-	-	g, l	-	-	-
21	l	3b, 2l	3b, 7c	3b, c, e	-	l	-	-
22	m, g, 2i	8i	c	f	-	-	-	-
23	a, i, 7l, 4m	f, i, 10l, 4m	c, m	b, c, m	8m	-	-	b
24	e, 7h, j, 3l, 2m	b, 10h, 2j, l	-	h, 3i, l	m	h, j, m	-	-
25	e, 3g	4g, 2h, 2m	e	e	2m	-	-	-
26	d, 5f, 10m	2f, 2g, 2m	e	2c, c*, f	-	-	m	-
27	f	f, m	g	f	3m	-	4m	m
28	b, 8e, 2g, j, 10l	4e, f, 3j, 11l	e	e, f	-	m	g	-
29	b, 4e, g, 2i, j, 2m	2b, 2h, 3i, j	a	m	e, g	g	4m	4m
30	h	d, 2h	-	i	c, 2e, m	c, 2e, l, m	2m	-
31	2b, e, 2f, i	4e, f, h, 4i, j	-	-	c, d	a, c	-	-
32	a, 2d	2d, g	b, d, h	b	-	-	-	-
33	h, i	b, c, h, 4i	a, b, 3h	a, b, 2h	i	-	-	-
34	a, b, e, h, 2j, 2l	b, f, h	2b	2a, b	g, e	e	d	d
35	5d, g	e, 3d, g, 2h	m	d	g, i, l	i	-	-
36	d, 2e, 3g	d, 4e, 2g	e	d, e, c	b, 2f	2b, m	-	m
37	2d, 2j, m	c, 6d	l	-	-	-	-	-

38	d, g	d, h, m	e, 2m	-	h, 2j, 2m	e, 2j	-	-
39	a, 2h, 5m	2d, 3f, h, l	f, m	2m	j, 2m	-	2m	-
40	2m	e	a	-	2e, i	i	-	-
41	-	a, 4m	2m	3m	-	-	m	a
42	m	-	-	-	-	-	-	d
43	14m	2j, 7m	-	-	e	-	2m	g, 2m

Fonte: Elaborada pela autora.

Borges Filho et al. (2013) descreve os machos de *P. torridus* como mais leves. Acredita-se que sejam mais ágeis, por isso chegaram primeiro na plantação.

Apenas dois (um macho e uma fêmea) foram encontrados na mesma planta (situados na coluna 5, linha 37), entretanto eram provenientes de grupos diferentes, a fêmea pertencia ao Grupo 3 (75m, oeste) e o macho (125m, sul) ao Grupo 11. Os demais insetos foram encontrados em plantas separadamente. Isto mostra que eles não andaram agregados, nem deixaram trilha, pois chegaram isolados na plantação, evidenciando que as plantas emitiram compostos orgânicos voláteis, cairomônios, que atraíram esses insetos.

De acordo com Heil (2014), as plantas respondem a ferimento mecânico, herbivoria ou infecção por patógenos, com a liberação de compostos voláteis. Essa sinalização pode ter sido emitida pelas plantas da espécie *J. curcas*, que hospedaram os percevejos que atingiram a plantação após sua soltura, impedindo assim a chegada de outros. Isto também justificaria a distribuição variada dos percevejos na plantação.

Tais resultados geram informações sobre outros aspectos: liberação de feromônio sexual e de agregação destes insetos, isto porque os percevejos não foram atraídos pelo mesmo sexo, nem sexo oposto, nem pelos estádios ninfais, uma vez que estavam dispersos em plantas separadamente. Como não foi possível identificar tais substâncias (feromônios sexual e agregação), em experimentos anteriores, a partir de aerações e imersão da cutícula, acredita-se *P. torridus* não produz feromônio sexual e/ ou agregação na fase adulta, mas seus compostos cuticulares (capítulo 5) em concentrações especiais, durante o comportamento de corte realizado por machos, agem em pequenas distâncias atraindo fêmeas, ou seja, a atratividade intraespecífica deve ocorrer nas proximidades da planta hospedeira, e a atratividade interespecífica da planta com sua praga pode ser de longa distância,

como prova os insetos que retornaram a plantação, após terem sido soltos a 200 metros de distância em diferentes direções.

A maioria dos percevejos ao atingir à plantação optou por plantas diferentes, desprovidas de insetos e frutos, talvez pela individualidade de atração de cada percevejo, que avaliou o aspecto visual da copa. Entretanto, 84,25% desses percevejos foram encontrados em plantas que hospedaram anteriormente percevejos da mesma espécie.

A finalização do processo de reconhecimento dos sinais emitidos por plantas acontece quando os primeiros insetos retornam à plantação, nesse caso os percevejos levaram em torno de 48h para reconhecerem as mensagens da cultura *J. curcas*.

4.6 Conclusão

Pachycoris torridus não segue trilha deixada pelos membros da mesma espécie, não andam agregados e não são atraídos pelo sexo oposto a longas distâncias. Os machos retornaram primeiro que as fêmeas e em maior quantidade por serem mais ágeis e leves. Dos insetos que retornaram maior parte deles eram provenientes da direção Norte, da distância de 50 m e conseqüentemente pertenciam ao grupo 10. A cultura emitiu compostos químicos, cairomônios, a longa distâncias (200m) que atraíram percevejos da espécie *P. torridus* para hospedagem e herbivoria em diferentes direções, a partir do reconhecimento químico desses compostos. A maioria dos percevejos ao atingir à plantação optou por plantas diferentes, desprovidas de insetos e frutos, mas maior parte dessas plantas já tinham hospedado anteriormente percevejos da mesma espécie, de forma que a escolha da planta dependeu também do aspecto visual das mesmas.

4.7 Referências

ACHTEN, W. M. J. et al. Jatropha bio-diesel production and use. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 12, p. 1063–1084, 2008.

AZAM, M. M.; WARIS, A.; NAHAR, N. M. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. **Biomass and Bioenergy**, v. 29, p. 293–302, 2005.

BENVENGA; FERNANDES; GRAVENA. Tomada de decisão de controle da traça-do-tomateiro através de armadilhas com feromônio sexual. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 164–169, 2007.

BORGES FILHO, R. C. et al. Development of *Pachycoris torridus* (Hemiptera : Scutelleridae) on *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) and *Aleurites fordii* (Euphorbiaceae). **Florida Entomologist**, v. 96, n. 3, p. 1149–1157, 2013.

HEIL, M. Herbivore-induced plant volatiles : targets , perception and unanswered questions. **New Phytologist**, n. November 2013, p. 297–306, 2014.

NAVA, D. E.; DELMAR, S. Insetos Praga e Benéficos na Cultura do Tungue. **Embrapa Clima Temperado**, 2009.

RODRIGUES, S. R. et al. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoris torridus* em pinhão – manso. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 356–360, 2011.

TIWARI, A.K.; KUMAR, A.; RAHEMAN, H. Biodiesel production from *Jatropha* oil (*Jatropha Curcas*) with high free fatty acids: an optimized process. **Biomass and Bioenergy**, vol. 31, p. 569-575, 2007.

ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M. e LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722–731, 2009.

5. ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae)

5.1 Resumo

Há relatos da ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Heteroptera: Scutelleridae) em plantio de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) nas regiões norte, nordeste e sudeste do Brasil. A herbivoria por este percevejo está associada à diminuição da produtividade de plantas hospedeiras. Um estudo do seu comportamento reprodutivo, bem como da capacidade de oviposição servirão de base em estudos posteriores na busca da composição feromonal dessa praga. Este trabalho tem por objetivo descrever e avaliar o comportamento reprodutivo e aspectos biológicos de *P. torridus*. Adultos com 50 dias de idade foram transferidos do LPqRN para arenas e alimentados com mudas de *J. curcas* (com 90 DAP) durante 42 dias. Os ensaios foram conduzidos em arenas localizadas no campo. Após a sexagem e confinamento de sete dias, cada grupo (cinco machos e cinco fêmeas) foi colocado na 3ª hora da fotofase, em uma arena (quatro repetições) contendo cinco mudas de *J. curcas* para descrição e avaliação dos comportamentos de corte e cópula. As médias das variáveis analisadas foram: 6,6 o número de cópula; 4,5 minutos a duração da corte, até atingir a cópula; 34,75 minutos a busca de fêmeas por machos até início da cópula; o horário de início da cópula foi entre 9:00 e 13:30 horas; 8,72 horas a duração da cópula; 6,29 dias a duração do período de pré-oviposição e 6,14 dias de pós-oviposição; 15,5 dias a duração do período embrionário; 67,4 o número de ovos e 86,94% a viabilidade de ovos. Através da sequência de categorias comportamentais a curta distância que induziu a receptividade sexual antes da cópula, descrita em doze etapas, foi possível evidenciar o momento de comunicação intraespecífica de *P. torridus* de natureza química (emissão de compostos orgânicos voláteis) intermediada por sinais vibratórios, sonoro e de tateamento (antenação) impulsionado pelo macho e reconhecido pela fêmea.

Palavras-chave: Percevejo do pinhão-manso; Corte; Cópula; Período embrionário.

5.2 Abstract

There are reports of the occurrence of *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) in *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) planting in the northern, northeastern and southeastern regions of Brazil. The herbivory by this bug is associated to the reduction of productivity of host plants. A study of their reproductive behavior, as well as the oviposition capacity serve as a basis for further studies in search of the pheromonal composition of this pest. This study has as objective to describe and evaluate the reproductive behavior and biological aspects of *P. torridus*. Adults with 50 days old, which were transferred from LPqRN to arenas and fed with *J. curcas* seedlings (90 days after planting) for 42 days. The tests were conducted in arenas located in the field. After seven days of sexing and confinement, each group (five male and five female) was placed in the 3rd hour of photoperiod, in an arena (four repetitions) containing five *J. curcas* seedlings for description and evaluation of cutting behaviors and mating. The means of the variables analyzed were: 6.6 the number of copulation; 4.5 minutes duration of the cutting until reaching the coupling; 34.75 minutes for females to find males until the beginning of the copulation; the starting time of the copulation was between 9:00 and 13:30; which lasted 8.72 hours; the pre-oviposition lasted a period of 6.29 days and the post-oviposition 6.14 days; the embryonic period lasted 15.5 days; a number of 67.4 eggs and 86.94% of egg viability. Through the sequence of behavioral categories from short distance that induced sexual receptivity before intercourse, described in twelve steps, the moment of intraspecific communication of *P. torridus* became clear with chemical nature (emission of volatile organic compounds) intermediated by vibrational signals, sound and groping (antennation) driven by the male and recognized by the female.

Keywords: Bug of the *Jatropha*; Cutting; Copulation; Embryonic period.

5.3 Introdução

Pachycoris torridus (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae), conhecido vulgarmente como “percevejo do pinhão bravo” (SILVA et al., 1968), possui ampla distribuição na América, (norte, centro e sul), sendo registrado desde os Estados

Unidos da América até a Argentina. A ocorrência do percevejo *P. torridus* em plantio de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), foi relatada por alguns pesquisadores em regiões diferentes no Brasil (Maranhão, Piauí, Minas Gerais, Alagoas e Rondônia) (COSTA et al., 2001; AVELAR et al., 2007; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2010). Esta espécie é a única representante da família Scutelleridae de impacto agrícola no Brasil (MONTE, 1937; GALLO et al., 2002).

No comportamento de acasalamento, a competição entre machos e a escolha da fêmea são mecanismos da seleção sexual (THORNHILL; ALCOCK, 1983). Para alguns pesquisadores, o sucesso da cópula depende dos recursos oferecidos, como território, morfologia genital, peso e tamanho do macho ou o comportamento de corte (ANDERSSON, 1994; ANDERSSON; IWASA, 1996, TADLER et al., 1999; ŽUNIČ et al., 2008).

Entre os percevejos há troca de sinais de diferente natureza: química, vibracional, tateamento (antenação) e sonora. A comunicação durante o comportamento reprodutivo se inicia com a emissão de feromônios pelos machos, a curta distância. O reconhecimento do parceiro, bem como sua localização é intermediado por sinais vibratórios (BORGES, 2008). Ao se aproximar da fêmea, o macho inicia o ritual de cortejo, podendo esta aceitar ou rejeitar a corte.

Considerando a oviposição como um dos fatores que mais influencia a dinâmica de uma população, um estudo do ciclo reprodutivo e da capacidade de oviposição de *P. torridus*, que complemente os achados dos aspectos biológicos de Santos et al. (2005), Rodrigues I et al. (2011), Gabriel et al. (2012) e Borges Filho et al. (2013) é essencial para adoção de medidas no controle comportamental dessa praga, dentre elas a identificação de feromônio(s) sexual(is).

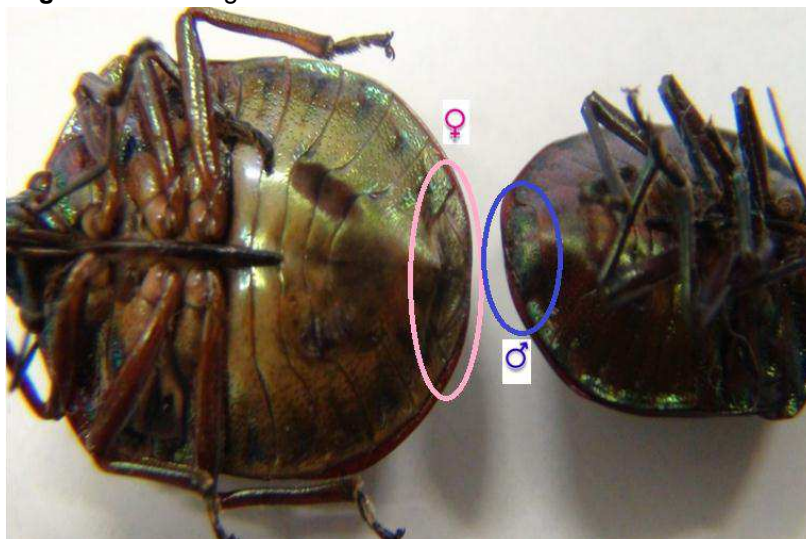
Com base na prerrogativa descrita acima, surgiu à necessidade de descrever e avaliar o comportamento reprodutivo e aspectos biológicos de *P. torridus*.

5.4 Material e métodos

Os percevejos da espécie *Pachycoris torridus* usados na avaliação do comportamento de corte e cópula foram obtidos no Insetario do Laboratório de

Pesquisa de Recursos Naturais (LPqRN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Adultos com 50 dias de idade foram transferidos para arenas e alimentados com mudas de *Jatropha curcas* (90 DAP) durante 42 dias até finalização do experimento. O ensaio foi conduzido no campo (09°35'03"S; 35°47'14"W), no município de Maceió, com temperatura de 25 ± 5 °C e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Após a sexagem, realizada pela diferenciação na configuração dos segmentos terminais do abdome de machos e fêmeas (Figura 15), e confinamento (machos separados das fêmeas) de sete dias, cada grupo (cinco machos e cinco fêmeas) foi colocado na 3ª hora da fotofase, em uma arena (quatro arenas = quatro repetições) contendo cinco mudas de *J. curcas*.

Figura 15 – Sexagem de *P. torridus*.

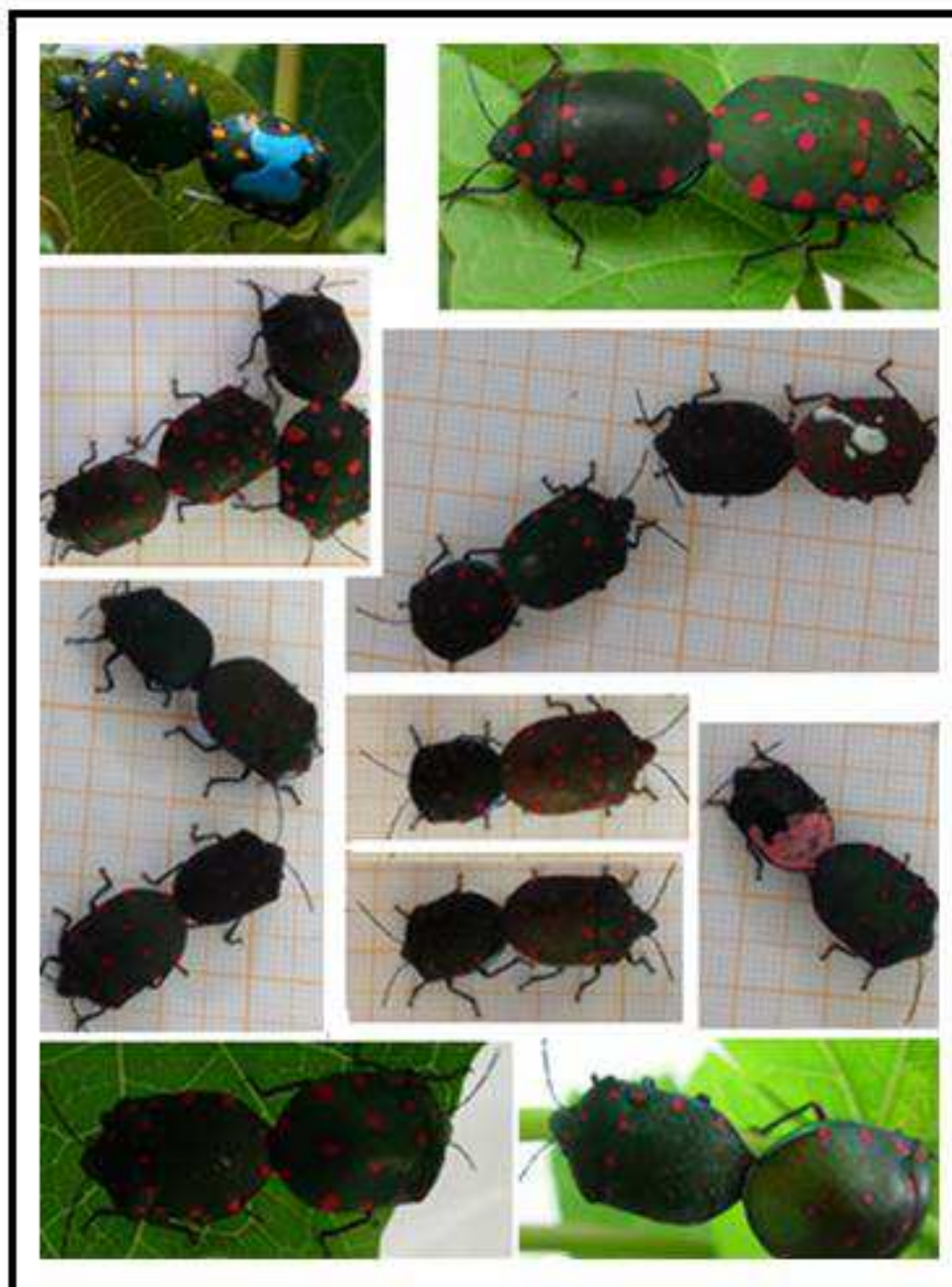


Fonte: Elaborada pela autora.

O comportamento de pré-cópula foi sequenciado e avaliado o número de cópula (Figura 16), em cinco repetições (23/11/2013, 30/11/2013, 07/12/2013, 14/12/2013 e 21/12/2013).

O tempo de corte, tempo de contato entre machos e fêmeas até o início da cópula, horário inicial da cópula, período de pré-oviposição, período de pós-oviposição, período embrionário, número de ovos e viabilidade de ovos também foram observados, estas duas últimas variáveis foram avaliadas de posturas coletadas no campo. Além das variáveis descritas acima foram observados outros aspectos biológicos de *P. torridus*, sendo descritos qualitativamente.

Figura 16 – Cópulas de *P. torridus*.



Nota: Os insetos com manchas, no escutelo, de esmalte branco, rosa e azul foram oriundos de outro experimento, que avaliou a atratividade ou repelência de fêmeas e machos marcados com esmalte.

Fonte: Elaborada pela autora.

Para avaliar se a fêmea precisava de reconhecimento químico (composto orgânico volátil de curta distância) para aceitação ou não do macho que a cortejava foram transferidos, da arena para copo descartável de 400 mL contendo uma folha de *J. curcas*, o macho que estava cortejando a fêmea, bem como esta fêmea que estava sendo cortejada, a fim de reduzir o espaço entre eles para facilitar o

reconhecimento do sinal químico emitido pelo macho e evitar o confundimento pela interferência de sinais emitidos por outros percevejos da mesma espécie que se encontravam na arena.

5.4.1 Análise estatística

Foi aplicada a estatística descritiva (média e amplitude) por meio do software PAST. As variáveis analisadas foram: número de cópula; tempo de corte; tempo de contato entre machos e fêmeas; horário inicial da cópula; duração da cópula; período de pré-oviposição; período de pós-oviposição; período embrionário; número de ovos, por postura, obtidos das arenas localizadas no campo; número de ovos por postura, obtidos do campo e viabilidade de ovos obtidos do campo.

5.5 Resultados e discussão

5.5.1 Descrição do comportamento de corte e cópula

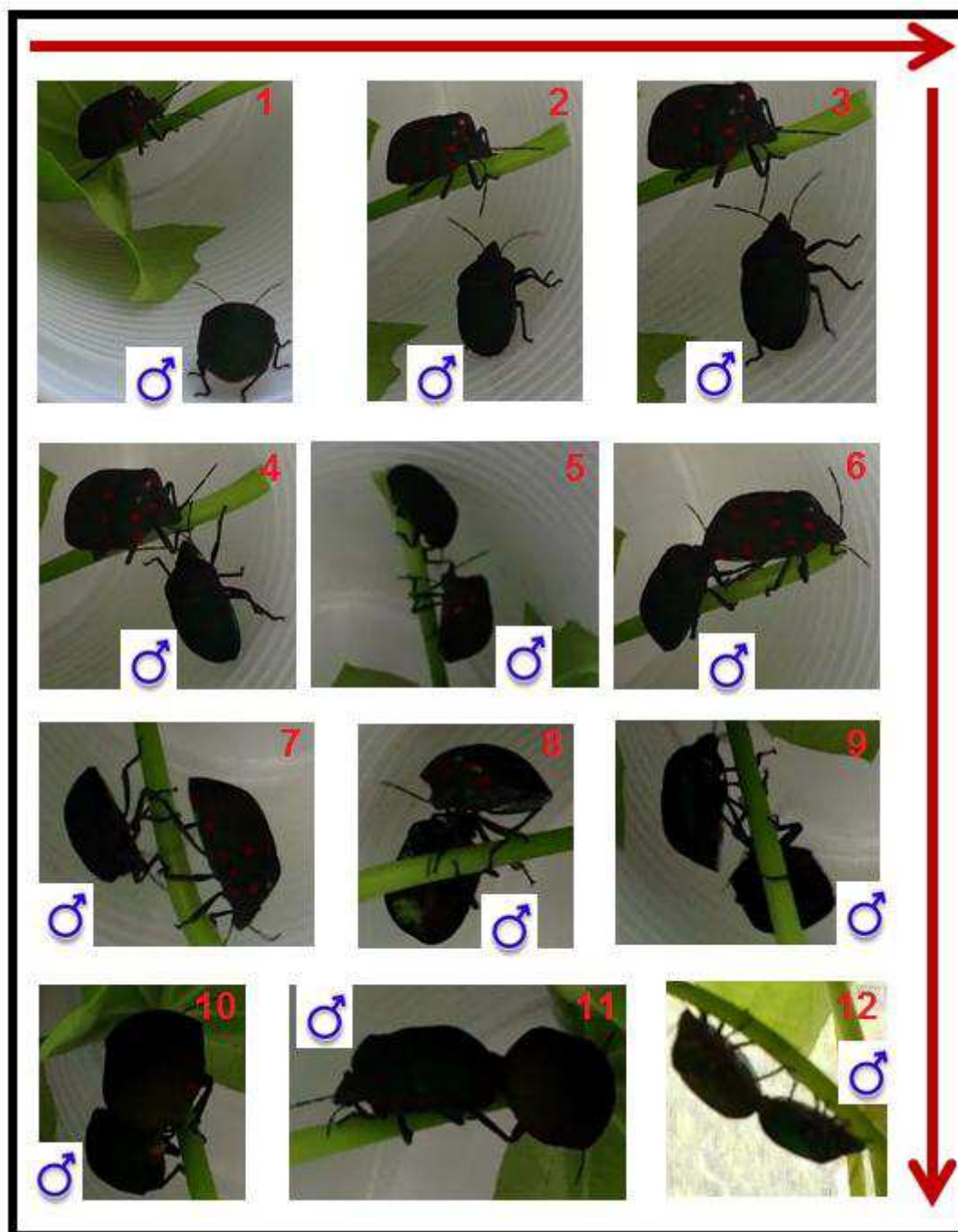
O comportamento de corte em percevejos da espécie *Pachycoris torridus* se constituiu de padrões ritualizados, preparatórios para a cópula e imprescindíveis para que a fêmea não confundisse com outra espécie, outro macho, ou um predador. A sequência de categorias comportamentais que precedeu à cópula (acasalamento) foi descrita a partir da análise de 33 cópulas e se assemelhou as descritas para outras espécies de percevejos. Seguem, em sequência, as doze etapas descritas ininterruptamente (Figura 17): (1) Macho se deslocou em direção à fêmea; (2) Reconhecimento visual da fêmea pelo macho; (3) Macho exalou voláteis, a curta distância, para atrair a fêmea (MILLAR et al., 2002; WERTHEIM et al., 2005; SCHOWALTER, 2006; GUARINO et al., 2008; MORAES et al., 2008; RODRIGUES II, 2011) e emitiu som, expondo o edeago e vibrando a cada 6 segundos; (4) Fêmea na tentativa de reconhecer o sinal químico emitido pelo macho ficou imobilizada aguardando a aproximação do mesmo; (5) Encontraram-se: contato direto, circundação dos machos em torno das fêmeas; (6) Macho tocou vigorosamente o dorso da fêmea com as antenas (antenação), quando a antenação ocorreu na região da cabeça o casal ficou imobilizado cruzando as antenas; (7) Fêmea rapidamente se afastou do macho com as antenas em intenso movimento. Durante a fulga, em torno

de 35 segundos, a fêmea parou em alguns momentos e movimentou verticalmente o dorso; (8) Macho perseguiu a fêmea incansavelmente; (9) Fêmea reduziu a marcha e parou com o abdome elevado, entretanto foi observado em outras fêmeas rejeições ao acéδιο dos machos, de modo que os mesmos desistiram e partiram a procura de outra fêmea; (10) Macho virou-se e alinhou o final de seu abdome com o da fêmea, logo após exibiu o edeago a fim de realizar a manobra de acoplamento na mesma, que consistiu em girar 180° no próprio eixo a sua genitália antes do acoplamento na genitália da fêmea; (11) Uma vez acoplado na fêmea, o macho elevou o abdome da parceira desferindo suaves movimentos verticais com o dorso tentando elevar o abdome dela acima da superfície até encaixe completo; (12) Fêmea decidiu o melhor lugar durante a cópula, ou seja, permaneceu no lugar, ou se deslocou para um local mais seguro arrastando o macho, este último por ser menor ficou posicionado abaixo da fêmea. Nesta última etapa esta fêmea, bem como as demais analisadas bateram as asas.

A sequência do comportamento de corte e acasalamento de *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae) registrada por Mendonça et al. (1997) se assemelhou às etapas 1, 5, 6 e 10 da descrita no presente estudo. Já a descrição do comportamento de corte pré-cópula de *Pellaea stictica* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), apresentou similaridade nas etapas 3, 4, 6 e 10.

Rodrigues I et al. (2011) descreveram o acasalamento de *P. torridus* de da seguinte maneira: machos e fêmeas durante a cópula posicionaram seus corpos em direções opostas e permaneceram unidos pela região posterior.

Figura 17 - Etograma do comportamento pré-cópula de *P. torridus*.



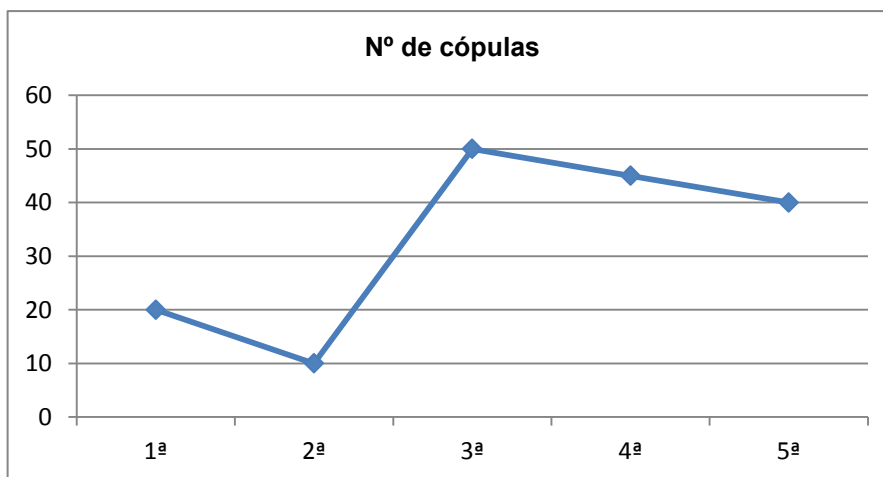
Fonte: Elaborada pela autora.

5.5.2 Variáveis analisadas no comportamento reprodutivo e ciclo biológico

O tempo de aproximação e procura da fêmea foi bastante variável, sendo que alguns machos copularam nos primeiros minutos após a corte e outros demoraram horas repetindo todo o repertório de procura da fêmea. A Figura 18 representa a

variação do número de cópulas (%) observada num período de 35 dias em cinco ocasiões diferentes (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª).

Figura 18 – Variação (%) do número de cópula. Avaliações a cada sete dias.



Fonte: Elaborada pela autora.

Os parâmetros avaliados do comportamento reprodutivo, bem como dos aspectos biológicos, encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Avaliação do comportamento reprodutivo e aspectos biológicos de *P. torridus*.

Parâmetros	Nº	Média	Amplitude
Nº de cópula em 5 avaliações	33	6,60	2,00-10,00
Tempo de corte/min	3	4,50	2,00-7,00
Tempo de contato entre machos e fêmeas/min	4	34,75	19,00-50,00
Horário inicial da cópula/horas	33	11,15	9,00-13,30
Duração da cópula/horas	33	8,72	6,30-11,00
Período de pré-oviposição/dias	7	6,29	6,00-7,00
Período de pós-oviposição/dias	7	6,14	6,00-7,00
Período embrionário	2	15,50	15,00-16,00
Número de ovos/postura obtidos das arenas	5	69,40	55,00-83,00
Número de ovos/postura obtidos do campo	5	67,40	54,00-73,00
Viabilidade de ovos/postura obtidos do campo %	5	86,94	83,69-87,93

Fonte: Elaborada pela autora.

A corte (n= 3) do macho para cada fêmea, nas arenas, durou em média, 4,5 minutos \pm 2,5 até a fêmea aceitar a cópula ou se afastar ao ponto do macho desistir e ir à procura de outra. A busca de fêmea por machos até início da cópula (n= 4) durou em média 34,75 minutos (amplitude de 19 – 50 minutos).

O número de cópulas (n= 33), por avaliação, foi em média 6,6 (mínimo de 2 e máximo 10). As cópulas (n=33) tiveram início entre as 9:00 e 13:30h e duraram em média 8,72 horas (mínima de 6:30 horas e máxima de 11:00 horas). Rodrigues et al. (2011) observaram cópulas em quatro situações, com duração média de 3:43 horas (mínima de 1:30 horas e máxima de 5:30 horas) e início entre as 9:00 e 11:00 horas, com o término ocorrendo em três ocasiões, no período da tarde.

Ao remover para um copo descartável de 400 mL contendo uma folha de *J. curcas* o macho que estava cortejando a fêmea, bem como esta fêmea que estava sendo cortejada, copularam logo após o primeiro repertório de corte realizado pelo macho (35 segundos ao ter contato com a fêmea). Isto pode estar relacionado com a percepção das fêmeas aos compostos orgânicos cuticulares emitidos pelos machos durante a corte e que só foram perceptíveis a curta distância, uma vez que reduziu o espaço e aumentou a superfície de contato olfativo entre eles, de forma que a fêmea não confundiu com outros odores emitidos por outros machos e fêmeas que também se encontravam na arena. Cabe lembrar que, esta manipulação de retirada do casal da arena em nada afetou o acasalamento.

O período de pré-oviposição (n= 7) considerado o intervalo de tempo da cópula à primeira oviposição, durou em média, 6,29 dias (mínimo 6 e máximo 7 dias). Este achado foi inferior ao descrito por Rodrigues I et al. (2011), os quais descreveram 15 dias em média, para início das oviposições após a cópula.

O período de pós-oviposição (n=7) também conhecido como período de incubação após a oviposição, durou em média 6,14 dias (mínimo 6 e máximo 7 dias). Entretanto, Rodrigues I et al. (2011) descreveram esse período como sendo embrionário, o qual teve uma duração de 12,7 dias na fase ovo. Borges Filho et al (2013) inferiram a duração do período de pós-oviposição como sendo três vezes maior para os insetos alimentados com araçazeiro (68,9 dias) em relação aos que receberam dieta de *J. curcas* (20,7 dias). Já *Pachycoris klugii* (Burmeister, 1835)

(Hemiptera: Scutelleridae) tiveram período de incubação em torno de 6 dias após a oviposição (PEREDO, 2002).

O período embrionário ($n= 2$), que corresponde o tempo compreendido entre a cópula e a eclosão das ninfas de 1º instar, durou em média $15,5/\pm 0,5$ dias, com temperatura de $25^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$, enquanto que na temperatura de 24°C , Rodrigues I et al. (2011), observaram a duração deste período com 12,7 dias, em média.

As posturas eram constituídas por ovos depositados em massas (com formato de hexágono) como mostra a Figura 16. A coloração dos ovos escureceu e sofreu alteração à medida que se aproximou a eclosão das ninfas, sendo inicialmente amarelos e percorrendo as cores rosa e vermelho (Figura 19). O mesmo fenômeno também foi observado por Williams et al. (2005), com *Pachycoris stallii* (Uhler, 1863) (Hemiptera: Scutelleridae) e por Rodrigues I et al (2011), com *P. torridus*.

Figura 19 – Posturas de *P. torridus* com ovos depositados em massas e formato de hexágono. Inicialmente amarelos e percorrendo as cores rosa e vermelho.



Fonte: Elaborada pela autora.

Das posturas coletadas no campo ($n=5$) sobre folhas de *J. curcas*, e mantidas em laboratório no mesmo local (folha), acondicionadas em recipiente de 6L (polipropileno de alta claridade com orifícios na tampa) sob a guarda da mãe, a quantidade foi em média de 67,4 ovos (mínimo de 54 e máximo de 73), com

viabilidade de ovos de 86,94%, e das posturas de fêmeas criadas em arenas (n= 5) localizadas no campo, a quantidade foi em média de 69,40 ovos (mínimo de 55 e máximo de 83).

Gabriel et al. (1988) pesquisaram a mesma espécie (*P. torridus*), em duas localidades de coletas, Campinas e Tatuí, onde encontraram 65,71 e 87,21 ovos, em média, por postura, respectivamente. Rodrigues I et al. (2011) ao analisar 41 posturas de *P. torridus* encontraram massas de 18 a 85 ovos, sendo constatados em média 57,6 ovos por postura e com viabilidade de 90,03%. Borges Filho et al. (2013) compararam o número médio de ovos dessa espécie, em fêmeas alimentadas com *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) (araçazeiro), as quais apresentaram 59,15 ovos (viabilidade de 32,10%), e com *J. curcas* (pinhão-manso), (42,3 ovos, viabilidade de 51,50%).

O número médio de ovos por postura no presente trabalho foi maior quando comparado com *P. stallii*, espécie do mesmo gênero, o qual apresentou 53,8 ovos por postura (WILLIAMS et al., 2005) e menor (81,4 ovos) ao comparar com *P. klugii* (PEREDO, 2002) obtido de Los Tuxtlas (México).

Para Borges Filho et al (2013) estas variações são possíveis, uma vez que os valores apresentados por Rodrigues I et al (2011) foram oriundos de método diferente do utilizado por ele, ou seja, este último utilizou adultos a partir de ninfas coletadas em campo. Enquanto que, seu estudo foi a partir de insetos provenientes de laboratório, de forma que no campo, os insetos têm maior opção alimentar, principalmente na fase adulta (SILVA et al, 1968; SANCHEZ-SOTO; NAKANO, 2002), capaz de atender as suas necessidades nutricionais adequadamente.

É importante ressaltar que a fase de análise do ciclo reprodutivo de *P. torridus*, no presente estudo, foi realizada em arenas localizadas no campo, a fim de simular um ambiente mais próximo do habitat natural e proporcionar um número maior de cópulas, já que em laboratório as tentativas não foram satisfatórias, uma vez que só foram observadas duas cópulas com os mesmos insetos. Quando colocados em arenas no campo esse número subiu para 33.

Como o presente trabalho foi realizado em arenas localizadas no campo com variações da temperatura e umidade, bem como não houve controle do vento, chuva

e luminosidade; os resultados divergiram dos achados de Gabriel et al. (1988), Rodrigues I et al (2011) e Borges Filho et al (2013). Porém, acredita-se que tais resultados se aproximem mais da realidade devido às condições climáticas, quando comparados com experimentos laboratoriais, os quais apresentam condições rigorosamente controladas, diferentemente do que acontece na natureza. Além disso, as populações de *P. torridus* usadas nos três estudos foram obtidas de regiões diferentes do Brasil: Gabriel et al. (1988) utilizou amostras da região Sudeste, Rodrigues I et al (2011) do Centro-Oeste, Borges Filho et al. (2013) do Sul e o presente estudo foi realizado no Nordeste. As condições climáticas nestas regiões são bastante distintas.

A manipulação de posturas de *P. torridus*, no presente estudo, era dificultada pelas fêmeas que as guardavam, uma vez que as pernas destas possuíam alguma substância ligante que as prendiam no local, de forma que a manipulação muitas vezes dilacerava a(s) perna(s). Tal substância deixava de ser aderente quando as ninfas atingiam o 2º instar, no entanto foram observadas fêmeas (n=4) presas no local da postura após as ninfas de 2º instar terem saído da guarda da mãe (Figura 20). Com isso, a contagem dos ovos e sua viabilidade foram aferidas a partir de posturas abandonadas pelas fêmeas depois da eclosão e saída das mesmas, mensurando exúvias de 1º instar localizadas próximas às posturas, contagem das ninfas de 2º instar e de ovos inviáveis. Gallo et al. (2002) relatam que as glândulas adesivas localizadas nos pulvilos e aerólios secretam um fluido adesivo, que permite a fixação dos insetos em superfícies lisas

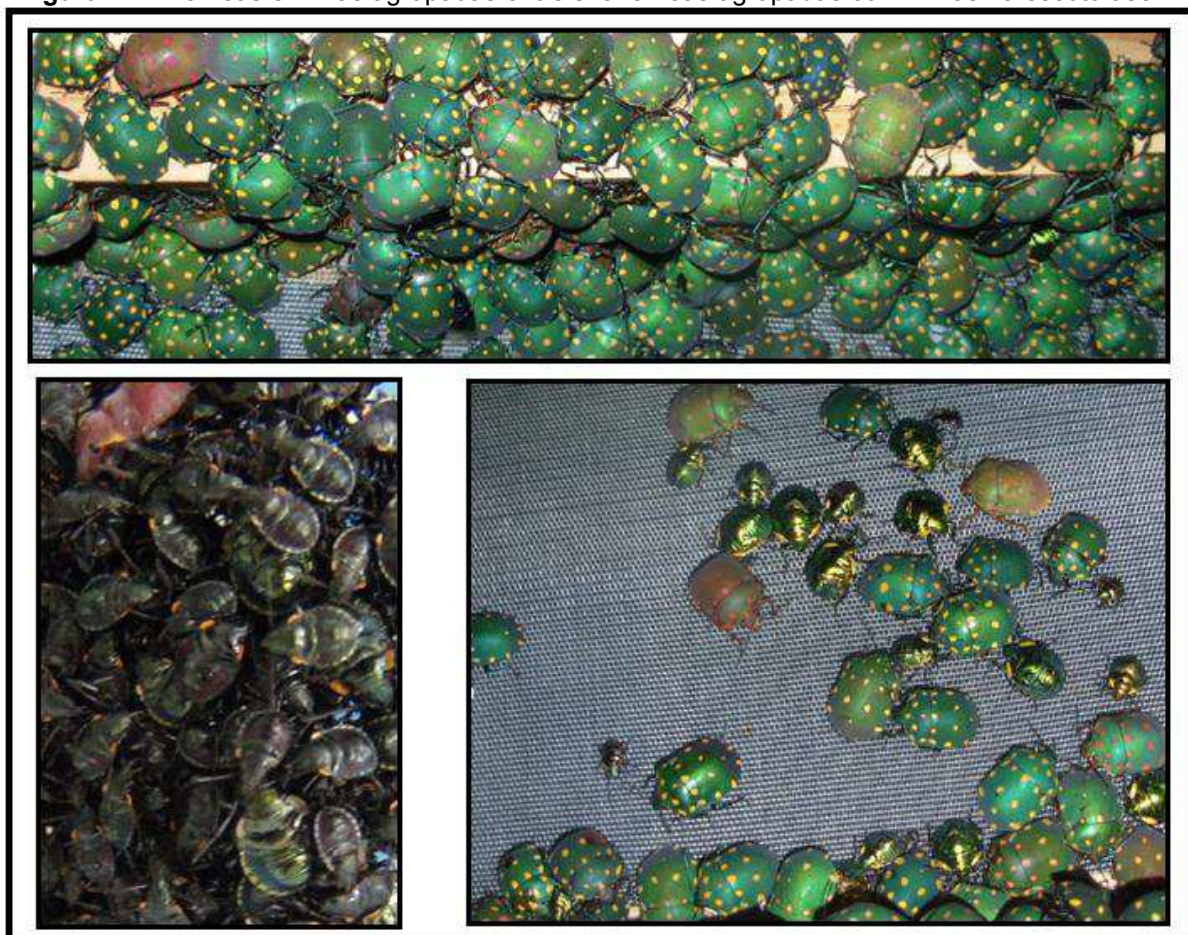
Figura 20 – Ninfas de 2º instar sob a guarda da mãe.



Fonte: Elaborada pela autora.

Foi comum encontrar no campo ninfas agrupadas em todos os estádios com outras ninfas da mesma postura e no laboratório também se observou este comportamento, mesmo com ninfas de outras posturas, quando colocadas em mesmos recipientes. Adultos recém-emergidos ficaram agrupados nas primeiras 48h. Percebeu-se também que na escotofase e durante a herbivoria, as fêmeas se agrupam entre si ou com ninfas (Figura 21). Alguns machos apresentaram esse comportamento na escotofase e durante a herbivoria. Esses achados podem estar envolvidos com a manutenção da temperatura, devido à queda da mesma na escotofase, além do aumento de possibilidades de localizar o alimento, bem como proteção contra predadores e parasitoides (PEREDO, 2002).

Figura 21 – Fêmeas e ninfas agrupadas entre si e fêmeas agrupadas com ninfas na escotofase.



Fonte: Elaborada pela autora.

Santos et al. (2005) também observaram proteção de imaturos por fêmeas da espécie em estudo. Rodrigues I et al (2011) descreveram o abandono da postura depois da manipulação dos ovos e a ausência de agregação das ninfas com as mães à medida em que as mesmas atingiam o terceiro instar. Peredo (2002) ao estudar *P. klugii* verificou o agrupamento de 30 a 40 ninfas. Williams et al. (2005) observaram esse comportamento em fêmeas de *P. stallii*, para ele, a partir do terceiro instar, as ninfas não permaneciam mais sob a proteção da fêmea. Mas, quando provenientes de uma mesma postura, essas permaneceram agrupadas. Por isso, foi comum verificar grupos de 40, 50 ou mais ninfas com comportamento gregário até o 5º instar, pois na fase adulta, esse comportamento deixava de existir.

No insetário do LPqRN, onde se criava *P. torridus*, foi comum verificar a alta mortalidade de ninfas de 2º instar. Rodrigues I et al. (2011), que além de verificar a alta mortalidade em ninfas do 2º instar mantidas em 24°C também observaram que em posturas acondicionadas a 26°C havia desenvolvimento embrionário, de modo que as ninfas atingiram o segundo instar, mas a partir desse estágio, todas morreram. Ao pesquisar a biologia de *P. klugii*, Peredo (2002) registrou a mesma observação. Apesar das causas serem desconhecidas, este último autor acredita que essa alta mortalidade esteja associada à mudança do habitat e a necessidade de associação das ninfas com micro-organismos simbiotes.

Na criação de *P. torridus* do LPqRN, também foi observado, que todas as ninfas de 2º instar (55) que se alimentaram de frutos maduros marrons (aspecto de podre) evoluíram para o 3º instar, deixando as exúvias presas nos frutos, ao contrário das que receberam na dieta, mudas de *J. curcas*. Como as ninfas de 1º instar não foram observadas alimentando-se, somente as de 2º instar em diante, acreditou-se que esse primeiro estágio apresentava reservas nutricionais adquiridas na fase embrionária.

Cabe lembrar que a conformação do aparelho bucal sugador de percevejos fitófagos é representado por um rostro (haustellum) reto (em repouso fica em contato com a região gular), constituído por um lábio segmentado, dividido em quatro segmentos, no qual se alojam as demais peças bucais. A bainha, formada pelo lábio, acomoda outras peças do aparelho bucal (*trophí*), que são estiliformes, sendo duas externas (mandíbulas) serradas no ápice e duas internas (maxilas) reduzidas à

peça intermaxilar, com ponta simples. As maxilas apresentam duas escavações longitudinais nas faces que se tocam. O encaixamento, nas faces dos sulcos, forma dois canais paralelos, um superior (ou anterior) por onde passa o alimento líquido aspirado pela faringe e outro inferior (ou posterior), por onde se escoam a saliva, esta hidrolisa os hidratos de carbono, bem como dissolve a celulose e plasmoliza as células vegetais, a fim de facilitar a penetração dos estiletes do rostrum (COSTA LIMA, 1940).

Storey (1939) e Carter (1939) acreditam que os danos de hemipteros fitófagos às plantas cultivadas resultam de picadas feitas com as mandíbulas e maxilas, que permitem a penetração de micro-organismos saprogênicos ou patogênicos; sucção da seiva ou de cloroleucitos; ação irritante, tóxica ou infectante da saliva quando contém toxinas ou está contaminada por agentes patogênicos.

Contudo, as glândulas salivares e as estruturas que compõem o aparelho bucal nos estádios iniciais de *P. torridus* podem não estarem desenvolvidas o suficiente para realização da herbivoria em todas as partes de *J. curcas*. O fruto maduro marrom seria ideal para dieta do 2º instar, pois facilitaria a penetração dos estiletes, ou a presença de micro-organismos simbiotes, nesses frutos, seriam essenciais para manutenção das ninfas (2º instar), já que eles se encontravam em processo de putrefação.

5.6 Conclusão

Por meio da sequência de categorias comportamentais a curta distância que induziu a receptividade sexual antes da cópula (acasalamento), descrita em doze etapas, foi possível evidenciar o momento de comunicação intraespecífica de *P. torridus* de natureza química (emissão de compostos orgânicos voláteis) intermediada por sinais vibratórios, sonoro e de tateamento (antenação) impulsionado pelo macho e reconhecido pela fêmea, a qual permitiu ou não a cópula. O tempo de corte foi reduzido e a fêmea receptiva a cópula quando remanejou o casal para um espaço menor e isolado, facilitando o reconhecimento químico da fêmea pelos compostos emitidos pelo macho e a comunicação entre eles, que na arena foi dificultada pela presença de outros percevejos. A duração da

cópula de *P. torridus* perdurou até as primeiras horas da escotofase, sendo considerada longa, enquanto que os períodos de pré-oviposição e pós-oviposição foram curtos, isso mostra que esses períodos são inversamente proporcional ao tempo de cópula. O local do experimento foi adequado e simulou a realidade do campo vivenciada por percevejos não confinados. Por fim, essas conclusões contribuirão na busca da composição feromonal, ou melhor, na identificação de feromônio (s) sexual (is) e/ou de contato na tentativa de serem usados no controle comportamental dessa praga por atratividade do sexo oposto a longa e curta distância, respectivamente. Para isso, recomenda-se realizar aerações em machos e fêmeas, na fotofase, por cinco horas, no horário de 09:00 as 14:00 horas. Paralelamente a essa análise pode ser feita a imersão da cutícula de machos e fêmeas, em agente extrator, no momento da corte (macho cortejando e fêmea cortejada) para identificação de compostos orgânicos voláteis, ou melhor, feromônios de contato, emitidos a curta distância durante o processo de acasalamento.

5.7 Referências

- ANDERSSON, M. **Sexual selection**. Princeton, Princeton University Press, 1994, 599p.
- ANDERSSON, M.; IWASA, Y. Sexual selection. **Trends in Ecology & Evolution**, vol. 11, p. 53-58, 1996.
- AVELAR, R.C. et al. **Avaliação da ocorrência do percevejo *Pachycoris torridus* em plantas de pinhão manso do banco de germoplasma da UFLA**. 2007
- BORGES FILHO, R. da C. et al. Development of *Pachycoris torridus* (Hemiptera : Scutelleridae) on *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) and *Aleurites fordii* (Euphorbiaceae). **Florida Entomologist**, v. 96, n. 3, p. 1149–1157, 2013.
- BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Primeiro registro de *Pachycoris torridus* (Scopoli , 1772). **Ciências Agrotecnica**, n. 2006, p. 1654–1657, 2010.
- CARTER, W. Injuries to plants caused by insect toxins. **The Botanical Review**, vol. 5, p.273-326, 1939.
- COSTA LIMA, A. da C. Capítulo XXII, 2º Tomo: Ordem Hemiptera. **Insetos do Brasil**. Escola Nacional de Agronomia, Série Didática, n.º 3. 1940, p. 3–351.

COSTA, C. et al. Inter-relationships of applied nitrogen, SPAD, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.8, p.1173-1194, 2001.

DUTRA, N.C.M.; OTTATI, A.L.T.; LEMOS, R.N.S. de. **Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Maranhão**. Brasília: Embrapa, 2007.

GABRIEL, D.; CALCAGNOLO, G.; TANCINI, R. S.; DIAS NETTO, N.; PETINELLI JÚNIOR, A. ; ARAÚJO, J. B. M. Estudo com o percevejo *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) e seu inimigo natural *Pseudotelenomus pachycoris* (Hymenoptera: Scelionidae) em cultura do pinhão paraguaio *Jatropha* spp. **O Biológico**, São Paulo, v.54, n.1/6, p.17-20, 1988.

GALLO, D. et al. Entomologia. Agrícola. **FEALQ**, Piracicaba, 2002, 920p.

GUARINO, S. et al. Role of volatile and contact pheromones in the mating behaviour of *Bagrada hilaris* (Heteroptera: Pentatomidae). **European Journal of Entomology**, vol. 105, p. 613-617, 2008.

HERNDON, L. A.; WOLFNER, M. F. A *Drosophila* seminal fluid protein, Acp26Aa, stimulates egg laying in females for 1 day after mating. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, vol. 92, p. 10114-10118, 1995.

MENDONÇA, F. A. C.; BARRETO, M. R.; ASSIS, S. Comportamento de Corte e Cópula do Predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera : Pentatomidae) em Laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 1, p. 209–212, 1997.

MILLAR, J. G. et al. Pentatomid bug pheromones in IPM: possible applications and limitations. **International Organisation for Biological and Integrated Control**, vol. 25, p.241-250, 2002.

MONTE, O. Algumas variações nos desenhos e côres de *Pachycoris torridus* (Scopoli). **O Campo**, n. Janeiro, p. 71, 1937.

MORAES, M. C. B. et al. The Chemical Volatiles (Semiochemicals) Produced by Neotropical Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, vol., n. 37, vol. 489-505, 2008.

PEREDO, L. C. Description, Biology, and Maternal Care of *Pachycoris Klugii* (Heteroptera: Scutelleridae). **Florida Entomologist**, v. 85, n. 3, p. 464–473, 2002.

RODRIGUES I, S. R. et al. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoris torridus* em pinhão – manso. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 356–360, 2011.

RODRIGUES II, M. A. C. de M. **Biologia e ecologia química de percevejos neotropicais (Heteroptera: Pentatomidae, Coreidae)**. 2011.

SANCHEZ-SOTO, S.; NAKANO, O. Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) em acerola (*Malpighia glabra* L.) no Brasil. **Neotropical Entomology**, vol. 31, p. 481-482, 2002.

SANTOS, J. C. et al. Ecology and behavior of *Pachycoris torridus* (Hemiptera : Scutelleridae): new host plant , color polymorphism , maternal care and parasitism. **Lundiana**, v. 6, n. 2, p. 107–111, 2005.

SCHOWALTER, T. D. **Insect ecology: an ecosystem approach**. San Diego, California, USA: Elsevier, 2009, 471 p.

SILVA, A. G. A. et al. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Seus parasitos e predadores. Parte 2, tomo 1º, insetos, hospedeiros e inimigos naturais. **Ministério da Agricultura**, Rio de Janeiro, 1968, 622p.

SILVA, P.H.S. **Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) na cultura do pinhão manso *Jatropha curcas* L. no estado do Piauí, Brasil**. Brasília: Embrapa, 2007.

STOREY, H. H. Transmission of plant viruses by insects. **Botanical Review**, Vol. 5, p.240-270, 1939.

TADLER, A., NEMESCHKAL, H. L., PASS, G. Selection of male traits during and after copulation in the seedbug *Lygaeus simulans* (Heteroptera, Lygaeidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, vol. 68, p. 471-483, 1999.

THORNHILL, R., ALCOCK, J. **The evolution of insect mating systems**. Cambridge, Harvard University Press, 1983, 547p.

WERTHEIM, B. et al. Pheromone-mediated aggregation in nonsocial arthropods: an evolutionary ecological perspective. **Ann Review of Entomology**, vol. 50, p. 321-346, 2005.

WILLIAMS, L. et al. The shield-backed bug , *Pachycoris stallii*: Description of immature stages , effect of maternal care on nymphs , and notes on life history The shield-backed bug , *Pachycoris stallii*: Description of immature stages , effect of maternal care on nymphs, **Journal of Insect Science**, v. 5, n. 29, p. 1–13, 2005.

ŽUNIČ, A. et al. Communication with signals produced by abdominal vibration, tremulation, and percussion in *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, vol. 101, p. 1169-1178, 2008.

6. PERFIL QUÍMICO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS PRESENTES NA CUTÍCULA DE MACHOS E FÊMEAS DA ESPÉCIE *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) SUBMETIDOS OU NÃO A PROCEDIMENTO ANESTÉSICO EM DIFERENTE TEMPO

6.1 Resumo

Pachycoris torridus (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) é a principal praga da espécie *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae). O estudo dos compostos cuticulares dessa praga é uma alternativa para a compreensão de sua comunicação química intraespecífica na tentativa de desenvolver métodos para seu controle comportamental. O presente trabalho visa detectar as variações do perfil químico dos compostos orgânicos presentes na cutícula de *P. torridus* em diferentes tempo e método de extração. Um adulto de cada gênero da espécie *P. torridus*, com comportamento normal e padrão cromático básico, foi imerso, separadamente, em vial de vidro (10 mL) contendo 2mL de Hexano grau HPLC bidestilado, durante 10 segundos (com/sem anestesia prévia) e 10 minutos (com/sem anestesia prévia), sendo quatro repetições para cada tratamento. Passado esse tempo o extrato foi recolhido e acondicionado em vial de 1,5 mL em freezer -20°C. Alíquotas de 1µl dos extratos (n=32) foram analisadas em cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massas (CG-EM). A avaliação química foi centrada nas concentrações dos compostos voláteis ((*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, 1-Trideceno, Desconhecido, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, Tetradecano, e Tetradecanal) identificados nos extratos. Por fim, o perfil químico cuticular dos compostos majoritários ((*E*)-2-Hexenal, Tridecano e (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal) de machos e fêmeas da espécie *P. torridus* foi o mesmo. Quanto ao protocolo de elaboração dos extratos, recomenda-se utilizar a imersão do corpo todo do inseto os dois tempos (10 segundos e 10 minutos) sem procedimento anestésico, a fim de ampliar a detecção de compostos.

Palavras-chave: Percevejo do pinhão-manso; Compostos cuticulares; Glândulas abdominais dorsais; Espectrometria de massa.

6.2 Abstract

Pachycoris torridus (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) is the main pest of the *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) specie. The study of cuticular compounds of this pest is an alternative for understanding their intraspecific chemical communication in an attempt to develop methods to their behavioral control. This study has as objective to detect variations of the chemical profile of organic compounds contained in the cuticle of *P. torridus* at different times and extraction method. An adult of each genus of the *P. torridus* specie, with normal behavior and basic chromatic patterns, was immersed separately in a glass vial (10mL) containing 2mL of HPLC grade hexane bidestilado for 10 seconds (with/without previous anesthesia) and 10 minutes (with/without previous anesthesia), with four replications per treatment. After this time, the extract was gathered and placed in a 1.5mL vial and then in a freezer at -20°C. 1µl aliquots of the extracts (n=32) were analyzed in a gas chromatograph coupled to a mass spectrometry (GC-MS). The chemical evaluation was focused on the concentrations of the volatile compounds [(*E*)-2-hexenal (*E*)-4-(*oxo*)-2-hexenal, (*E*)-2-hexenil acetate, (*E*)-2-Octenal, undecane, dodecane, 1-tridecene, unknown, tridecane, (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol acetate, Tetradecane and Tetradecanal] identified in the extracts. Finally, the cuticular chemical profiles of the major compounds [(*E*)-2-Hexenal, Tridecane and (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal] of males and females of the *P. torridus* specie was the same. As to preparation of extracts protocol, it is recommended to use the immersion of the entire body of the insect at both times (10 seconds and 10 minutes) without anesthesia, in order to enlarge the detection of compounds.

Keywords: Bug of the *Jatropha*; Cuticular compounds; Dorsal abdominal glands; Mass spectrometry.

6.3 Introdução

O pinhão-mansô, *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae), apresenta ampla distribuição geográfica, seu cultivo percorre países do ocidente e oriente. Por ser uma cultura perene, de fácil manejo e possuir alto conteúdo de óleo com baixo custo de produção é considerada uma espécie altamente promissora como fonte

energética renovável sob o ponto de vista econômico e social (SATURNINO et al., 2005). Mas, sua produção de óleo pode ser comprometida pelas injúrias causadas pelo percevejo fitófago *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae), principal praga dessa cultura (RODRIGUES et al., 2011).

A espécie *P. torridus* quando manipulada, mesmo cuidadosamente, libera compostos de defesa, perceptível pelo odor característico de percevejo, porém mais suave, e durante a execução do procedimento de anestesia, esses insetos mostram-se mais agitados, levando a acreditar que o procedimento anestésico antes da elaboração dos extratos pode aumentar a liberação dos compostos defensivos e não diminuir como já foi relatado em outras pesquisas.

Mediante a observação acima surgiu a necessidade de comparar o tempo de extração, além da presença e ausência da anestesia antes da preparação dos extratos, a fim de estabelecer um protocolo de elaboração dos mesmos, que fosse seguro, preciso e eficaz. Tais informações possibilitarão estudos posteriores na obtenção dos compostos cuticulares durante o processo reprodutivo da espécie em estudo podendo ser adaptada para outros percevejos, quando a metodologia de coleta dos compostos voláteis por aeração for inviável pela liberação excessiva de compostos de defesa, de forma a dificultar a busca da composição feromonal sexual e/ou de agregação. A identificação dos compostos cuticulares do *P. torridus* é o primeiro passo para elucidar a comunicação química intraespecífica na tentativa de desenvolver métodos para seu controle comportamental.

Avaliou-se variações do perfil químico dos compostos orgânicos presentes na cutícula de *P. torridus* em diferentes tempo e método de extração para elaboração de protocolo de extração de compostos cuticulares.

6.4 Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pesquisa de Recursos Naturais (LPqRN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no período de setembro de 2013 a setembro de 2014, com temperatura de 25 ± 2 °C e umidade relativa de $70 \pm 5\%$. Os percevejos da espécie *Pachycoris torridus* utilizados no

presente trabalho eram adultos com 50 dias de idade e foram obtidos do Insetario do LPqRN.

6.4.1 Preparação dos extratos

Adultos macho e fêmea da espécie *Pachycoris torridus*, com comportamento normal e padrão cromático básico, foram imersos, separadamente, em vial de vidro (10 mL) contendo 2mL de Hexano grau HPLC bidestilado, durante 10 segundos (com/sem anestesia prévia) e 10 minutos (com/sem anestesia prévia), sendo quatro repetições para cada tratamento. Passado esse tempo o extrato foi recolhido e acondicionado em vial de 1,5 mL em freezer -20°C.

6.4.2 Análise química dos extratos

6.4.2.1 Cromatografia gasosa com detector por ionização em chama (DIC)

Alíquotas de 1µL dos extratos (n=32) foram analisadas em cromatógrafo a gás (CG), modelo Shimadzu QP-2010, equipado com detector por ionização em chama (DIC), contendo coluna capilar RTX-1 (0,25mm x 30m). O CG foi operado em modo *splitless* (250°C), com programação de temperatura de 50°C por 1 minuto, aumentando 7°C/min até 250°C e permanecendo nessa temperatura por 10 minutos. Nitrogênio foi usado como gás de arraste, com fluxo de 1 mL/min. O índice de retenção de *Kovats* foi calculado utilizando-se padrões de hidrocarbonetos (C7 – C30). A quantificação foi realizada a partir da coinjeção de 1µL de 2-Nonadecanona (padrão interno) na concentração de 150 ppm com 1µL do extrato. Foram aplicadas as fórmulas abaixo, onde $C(X)$ é a concentração da amostra e $C(P)$ a concentração do padrão interno, $A(X)$ é a área da amostra e $A(P)$ a área do padrão interno.

$$\frac{C(X)}{C(P)} = \frac{A(X)}{A(P)}$$

$$C(X) = \frac{C(P) * A(X)}{A(P)}$$

6.4.2.2 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-EM)

Alíquotas de 1µl dos extratos (n=32) foram analisadas em cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massas (CG-EM), modelo Shimadzu QP-2010 Ultra, com ionização por impacto de elétrons (70 eV) contendo coluna capilar RTX-1 (0,25mm x 60m). As condições de análises foram iguais às utilizadas nas análises de CG/DIC, com exceção do modo que foi operado no *split* e a linha de transferência operou a 270°C.

6.4.3 Delineamento e análise estatística

Para análise do perfil químico dos compostos orgânicos cuticulares foi realizado um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 4 repetições no esquema fatorial (4 x 2): Fator 1 – Métodos de extração da cutícula: A – corpo todo do inseto imerso durante 10 segundos em Hexano sem anestesia previa, B - corpo todo do inseto imerso durante 10 segundos em Hexano com anestesia previa, C - corpo todo do inseto imerso durante 10 minutos em Hexano sem anestesia previa e D - corpo todo do inseto imerso durante 10 minutos em Hexano com anestesia previa; Fator 2 – Gênero: Macho e Fêmea. Foram avaliados os compostos identificados: A₁ ((E)-2-Hexenal), A₂ ((E)-4-(*oxo*)-2-Hexenal), A₃ (Acetato de (E)-2-hexenila), A₄ ((E)-2-Octenal), A₅ (Undecano), A₆ (Dodecano), A₇ (1-Trideceno), A₈ (Desconhecido), A₉ (Tridecano), A₁₀ (Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol), A₁₁ (Tetradecano), e A₁₂ (Tetradecanal), que correspondem as concentrações (em ppm) dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos, os quais foram transformados em porcentagens, em seguida em arco seno $\sqrt{X(\%)}$. Na comparação de médias do Fator 1, quando a interação foi não significativa, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Enquanto que no Fator 2, nesse mesmo tipo de interação, aplicou-se o teste F a 5% de probabilidade, bem como nas médias do Fator 2 dentro de cada nível do Fator 1 (quando a interação foi significativa), segundo recomendação de Ferreira (2000). O software utilizado foi Sisvar - versão 5.4 (FERREIRA, 2003).

6.5 Resultados e discussão

A avaliação química foi centrada nas concentrações dos compostos voláteis ((*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, 1-Trideceno, Desconhecido, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, Tetradecano, e Tetradecanal) identificados nos extratos obtidos do corpo todo do percevejo adulto (macho e fêmea) da espécie *Pachycoris torridus* imerso em Hexano durante 10 segundos com/sem anestesia previa e 10 minutos com/sem anestesia previa.

Os resultados da análise de variância dos efeitos dos métodos de extração da cutícula e do gênero de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos encontram-se na Tabela 12. Quanto ao Fator 1 (métodos de extração da cutícula), houve diferença significativa pelo test F, à nível de 5% de probabilidade, para as variáveis: (*E*)-2-Hexenal; (*E*)-2-Octenal; Undecano; Dodecano; Desconhecido; Tridecano; Tetradecano e Tetradecanal. Com relação ao Fator 2 (gênero), houve diferença significativa pelo test F apenas para a variável (*E*)-2-Hexenal. Por outro lado, não houve diferença significativa pelo test F, ao nível de 5% de probabilidade para a interação entre os Fatores (1 e 2), indicando que as concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos do Fator 1 (métodos de extração da cutícula de adultos machos e fêmeas) independem do Fator 2 (gênero).

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, do efeito de métodos de extração da cutícula de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos, encontra-se na Tabela 13. Segue a relação dos compostos voláteis que apresentaram concentrações maiores nos extratos preparados com o corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia, divergindo significativamente entre os métodos de extração da cutícula do inseto: (*E*)-2-Hexenal, Dodecano e Tridecano.

Tabela 12 - Análise de variância dos efeitos dos métodos de extração da cutícula e do gênero de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos. Dados transformados em arco seno \sqrt{X} (%).

Causa de Variação	GL	QM								
		A ₁	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₈	A ₉	A ₁₁	A ₁₂
Métodos de Extração da Cutícula (MEC)	3	3.352,52 **	0,15 ns	2,53 **	3,78 **	37,11 **	9,98 **	2.761,34 **	7,01 **	10,83 **
Gênero (G)	1	39,36 **	0,12 ns	0,67 ns	0,01 ns	0,01 ns	0,38 ns	0,07 ns	0,13 ns	1,29 ns
Interação MEC x G	3	0,00 ns	0,09 ns	0,29 ns	0,65 ns	0,21 ns	0,23 ns	9,49 ns	0,22 ns	0,18 ns
Resíduo	15	4,29	0,13	0,34	0,37	2,14	0,63	3,38	0,38	0,83

Notas: **: Significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: Não significativo no nível de 5 % de probabilidade pelo teste F.

A₁: (*E*)-2-Hexenal; A₃: Acetato de (*E*)-2-hexenila; A₄: (*E*)-2-Octenal; A₅: Undecano; A₆: Dodecano; A₈: Desconhecido; A₉: Tridecano; A₁₁: Tetradecano e A₁₂: Tetradecanal.

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 13 - Médias dos métodos de extração da cutícula de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.

MEC	Médias 1/								
	A ₁	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₈	A ₉	A ₁₁	A ₁₂
A	43,68 b	0,00 a	0,76 ab	0,84 ab	3,24 b	1,30 ab	39,27 b	0,99 a	1,37 ab
B	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
C	44,44 b	0,34 a	0,61 a	1,72 b	5,00 b	2,65 b	39,84 b	2,25 b	3,08 c
D	43,56 b	0,00 a	1,67 b	1,52 b	5,21 b	2,67 b	40,68 b	2,18 b	2,22 bc

Notas: 1/: Nas colunas, as médias com a mesma letra, as quais estão expressas em porcentagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A₁: (*E*)-2-Hexenal; A₃: Acetato de (*E*)-2-hexenila; A₄: (*E*)-2-Octenal; A₅: Undecano; A₆: Dodecano; A₈: Desconhecido; A₉: Tridecano; A₁₁: Tetradecano e A₁₂: Tetradecanal.

A – corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia; B - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia; C - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos sem anestesia prévia; D - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia.

Fonte: Elaborada pela autora.

Os componentes químicos Undecano e Desconhecido possuíram concentrações maiores nos extratos elaborados com corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com/sem anestesia prévia, as quais não diferiram entre si. Apesar de que o mesmo composto não diferiu dos extratos preparados com o corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia e esse método de extração não diferiu dos extratos que continham o corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia.

O aldeído (*E*)-2-Octenal apresentou concentração maior nos extratos elaborados com corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia. Entretanto não divergiu dos extratos elaborados com o corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia, apesar desse não ter divergido dos demais extratos. As concentrações do hidrocarboneto Tetradecano foram maiores nos extratos do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com/sem anestesia prévia diferindo dos demais extratos.

O composto volátil Tetradecanal possuiu maior concentração nos extratos elaborados com o corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos sem anestesia prévia, o qual não divergiu dos extratos preparados com o corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia, esse último apesar de apresentar maior concentração não divergiu dos extratos preparados com

o corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia.

Quanto ao composto químico Acetato de (*E*)-2-hexenila não houve diferença entre si, esse éster acetato só foi detectado nos extratos do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos sem anestesia prévia em baixas concentrações. Nos extratos preparados com o corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia não foi identificado nenhum composto químico.

As médias do efeito de gênero de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos (Tabela 14), quando comparadas, diferiram entre si pelo teste F a 5% de probabilidade apenas no composto químico (*E*)-2-Hexenal, onde as fêmeas apresentaram maiores concentrações. O éster Acetato de (*E*)-2-hexenila estava ausente nos extratos dos machos.

Tabela 14 - Médias do gênero de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.

Gênero	Médias 1/								
	A ₁	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₈	A ₉	A ₁₁	A ₁₂
Macho	27,26 a	0,00 a	0,44 a	0,87 a	2,86 a	1,24 a	26,04 a	1,05 a	1,17 a
Fêmea	29,88 b	0,14 a	0,78 a	0,99 a	2,82 a	1,50 a	25,93 a	1,20 a	1,64 a

Notas: 1/: Nas colunas, as médias com a mesma letra, as quais estão expressas em porcentagem, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

A₁: (*E*)-2-Hexenal; A₃: Acetato de (*E*)-2-hexenila; A₄: (*E*)-2-Octenal; A₅: Undecano; A₆: Dodecano; A₈: Desconhecido; A₉: Tridecano; A₁₁: Tetradecano e A₁₂: Tetradecanal.

Fonte: Elaborada pela autora.

Na Tabela 15, encontram-se os resultados da análise de variância do efeito do gênero dentro de métodos de extração da cutícula de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos. Houve diferença significativa pelo teste F, no nível de 1% de probabilidade, entre o gênero, nos extratos elaborados com corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia e 10 minutos com anestesia prévia, apenas na concentração de (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal. Entretanto, não houve diferença significativa pelo teste F, no nível de 5% de probabilidade, entre o gênero, na concentração desse mesmo composto volátil nos extratos preparados com corpo todo do inseto

imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia e 10 minutos sem anestesia prévia. Houve diferença significativa pelo teste F, no nível de 1% de probabilidade, entre o gênero, nas concentrações de Tridecano e Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol detectados em extratos elaborados com corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia. Ao passo que, não houve diferença significativa pelo teste F, no nível de 5% de probabilidade, entre o gênero, na concentração desses últimos compostos voláteis nos extratos preparados com corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com/sem anestesia prévia e corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos sem anestesia prévia.

Tabela 15 - Análise de variância do efeito do gênero dentro de métodos de extração da cutícula de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos. Dados transformados em arco seno $\sqrt{X (\%)}$.

Causa de Variação	QM		
	A ₂	A ₇	A ₁₀
Gênero dentro de A	36,9024 *	1,9154 ns	0,9842 ns
Gênero dentro de B	0,0000 ns	0,0000 ns	0,0000 ns
Gênero dentro de C	8,5761 ns	0,0000 ns	0,1763 ns
Gênero dentro de D	32,3761 *	4,5796 **	4,2849 **
Resíduo	4,9477	0,5108	0,3213

Notas: * e **: Significativo nos níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo no nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A₂: (E)-4-(oxo)-2-Hexenal; A₇: 1-Trideceno; A₁₀ (Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol; A – corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia; B - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia; C - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos sem anestesia prévia; D - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia.

Fonte: Elaborada pela autora.

A comparação das médias, pelo teste F a 5% de probabilidade, do efeito do gênero dentro de métodos de extração da cutícula de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos, encontra-se na Tabela 16. Com relação ao composto (E)-4-(oxo)-2-Hexenal, houve diferença significativa apenas para as concentrações dos extratos obtidos do corpo todo do

inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia e 10 minutos com anestesia prévia, onde as concentrações desse composto volátil nos extratos dos machos com corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia foram maiores que nos extratos das fêmeas. Enquanto que, nos extratos preparados com corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia as fêmeas obtiveram maiores concentrações. Os compostos químicos Tridecano e Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol diferiram significativamente nas concentrações dos extratos obtidos do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia, uma vez que foram identificados apenas nos extratos dos machos. Ambos os compostos não estavam presentes em extratos elaborados com corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia.

Tabela 16 - Efeito do gênero dentro de métodos de extração da cutícula de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.

Compostos Químicos 1/	Gênero	MEC			
		A	B	C	D
A2	M	21,66 b	0,00 a	14,86 a	13,99 a
	F	16,70 a	0,00 a	17,53 a	19,68 b
A7	M	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,14 b
	F	1,13 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
A10	M	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,07 b
	F	0,81 a	0,00 a	0,38 a	0,00 a

Notas: 1/: Dentro de cada composto, nas colunas, as médias com a mesma letra, as quais estão expressas em porcentagem, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

A₂: (E)-4-(oxo)-2-Hexenal; A₇: 1-Trideceno; A₁₀: (Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol; A – corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia; B - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia; C - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos sem anestesia prévia; D - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia.

Fonte: Elaborada pela autora.

A distribuição das porcentagens das médias das concentrações dos compostos químicos orgânicos dos métodos de extração da cutícula de *P. torridus* de acordo com o gênero, encontra-se na Tabela 17.

Tabela 17 – Distribuição (em ordem decrescente) das porcentagens das médias das concentrações dos compostos químicos orgânicos dos métodos de extração da cutícula de *P. torridus* de acordo com o gênero.

Ordem decrescente	A				C				D			
	♂		♀		♂		♀		♂		♀	
	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%
1º	A ₁	45,75	A ₁	50,31	A ₁	46,36	A ₁	50,81	A ₁	47,35	A ₁	47,25
2º	A ₉	39,95	A ₉	40,32	A ₉	45,36	A ₉	38,24	A ₉	44,90	A ₉	40,12
3º	A ₂	13,55	A ₂	8,22	A ₂	6,59	A ₂	9,42	A ₂	5,85	A ₂	11,20
4º	A ₆	0,50	A ₆	0,46	A ₆	0,86	A ₆	0,70	A ₆	0,91	A ₆	0,75
5º	A ₈	0,02	A ₁₂	0,17	A ₁₂	0,29	A ₁₂	0,32	A ₈	0,22	A ₈	0,22
6º	A ₁₂	0,06	A ₈	0,13	A ₈	0,24	A ₈	0,20	A ₅	0,14	A ₁₂	0,17
7º	A ₁₁	0,05	A ₇	0,12	A ₁₁	0,20	A ₁₁	0,13	A ₇	0,14	A ₁₁	0,15
8º	A ₅	0,03	A ₁₁	0,07	A ₅	0,10	A ₅	0,09	A ₁₁	0,14	A ₄	0,09
9º	A ₄	0,03	A ₁₀	0,06	***	***	A ₄	0,05	A ₁₂	0,13	A ₅	0,05
10º	***	***	A ₅	0,06	***	***	A ₃	0,03	A ₁₀	0,13	***	***
11º	***	***	A ₄	0,04	***	***	A ₁₀	0,01	A ₄	0,08	***	***

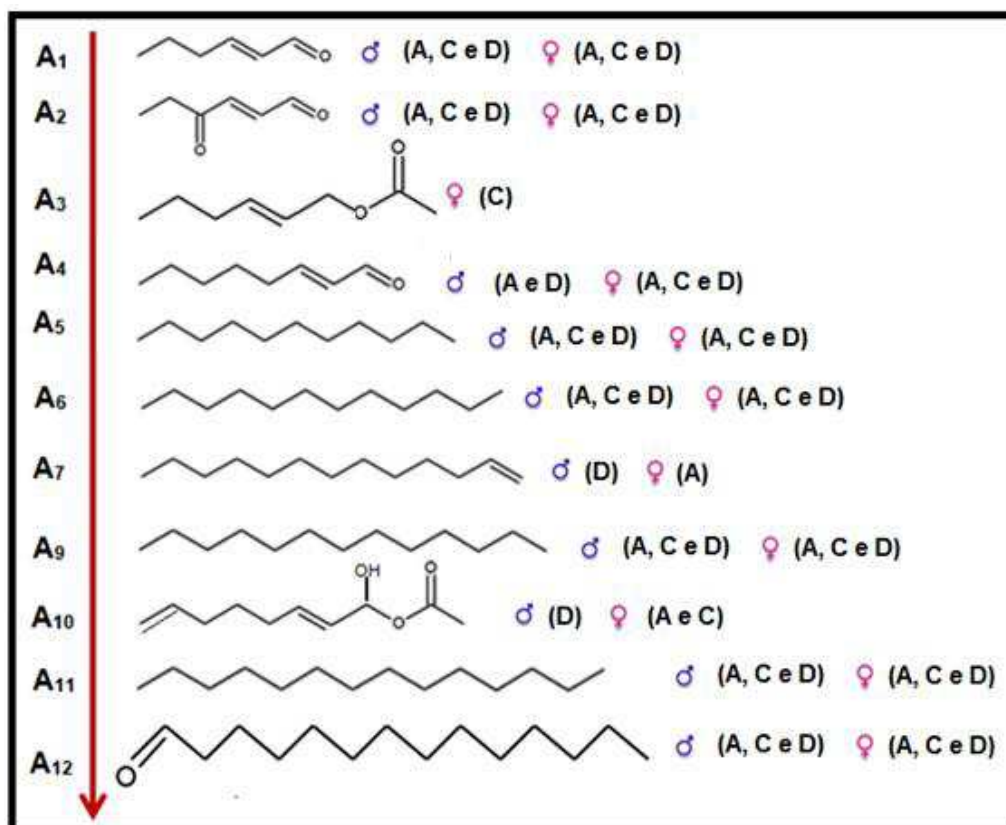
Notas: A₁: (*E*)-2-Hexenal; A₂: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal; A₃: Acetato de (*E*)-2-hexenila; A₄: (*E*)-2-Octenal; A₅: Undecano; A₆: Dodecano; A₇: 1-Trideceno; A₈: Desconhecido; A₉: Tridecano; A₁₀: (Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol; A₁₁: Tetradecano e A₁₂: Tetradecanal. Métodos de extração: A – corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia; C - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos sem anestesia prévia; D - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia.

A distribuição das porcentagens do método de extração B (corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia), não consta na tabela por não ter apresentado nenhum composto químico.

Fonte: Elaborada pela autora.

Todas as estruturas químicas dos compostos identificados nos extratos analisados, no presente trabalho, encontram-se na Figura 22. Cabe lembrar que, o composto A₈ não consta na figura pelo fato de ser desconhecido.

Figura 22 – Estruturas químicas dos compostos identificados nos extratos.



Legenda: A₁: (E)-2-Hexenal; A₂: (E)-4-(oxo)-2-Hexenal; A₃: Acetato de (E)-2-hexenila; A₄: (E)-2-Octenal; A₅: Undecano; A₆: Dodecano; A₇: 1-Trideceno; A₉: Tridecano; A₁₀: Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien-1-ol; A₁₁: Tetradecano e A₁₂: Tetradecanal. Métodos de extração: A – corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos sem anestesia prévia; B - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos com anestesia prévia; C - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos sem anestesia prévia; D - corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 minutos com anestesia prévia.

Fonte: Elaborada pela autora.

Os tempos de retenção dos compostos identificados encontram-se na Tabela 18.

Tabela 18. Tempos de retenção (t_R) e índices de Kovats (KI) calculados para os compostos presentes no conteúdo do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos/10 minutos com/sem anestesia prévia de adultos machos e fêmeas da espécie *P. torridus*.

	Compostos	t_R (min)	KI natural
A1	(E)-2-Hexenal	4.374	864
A2	(E)-4-(oxo)-2-Hexenal	5.996	934
A3	Acetato de (E)-2-hexenila	7.713	996
A4	(E)-2-Octenal	8.569	1026
A5	Undecano	10.032	1078
A6	Dodecano	12.082	1155
A7	1-Trideceno	13.770	1222
A8	Desconhecido	14.155	1239
A9	Tridecano	14.388	1249
A10	Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol	16.729	1354
A11	Tetradecano	18.296	1430
A12	Tetradecanal	20.013	1519
Padrão interno	2-Nonadecanona	27.712	1886

Fonte: Elaborada pela autora.

Os componentes voláteis majoritários, de *Pachycoris stallii* (Uhler, 1863) (Hemiptera: Scutelleridae), identificados por Williams, Evans e Bowers (2001), obtidos das secreções das glândulas metatorácicas (em adultos) foram os mesmos compostos principais de *P. torridus* apresentados no presente estudo. Em fêmeas sem posturas da espécie *P. stallii*, no reservatório mediano da glândula metatorácica a distribuição dos componentes identificados foi: Tridecano (63%), (E)-2-Hexenal (31%) e (E)-4-(oxo)-2-Hexenal (4%). Enquanto que, a distribuição dos compostos detectados nos machos da mesma espécie correspondeu a: 77% de Tridecano, 18 % de (E)-2-Hexenal e 3% de (E)-4-(oxo)-2-Hexenal. Contudo nos reservatórios laterais dos tubos secretores das glândulas metatorácicas cada sexo se restringiu a um composto, ou seja, as fêmeas apresentaram 100% de (E)-2-Hexenal e os machos 100% de Tridecano.

Esta diferença é possível, isto porque as pragas *Pachycoris torridus* e *Pachycoris stallii* não correspondem à mesma espécie, seus extratos foram obtidos de partes diferentes (a primeira todo o corpo e a segunda dos reservatórios das glândulas metatorácicas), o reagente extrator também foi diferente (na primeira espécie Hexano e na segunda espécie Acetato de etila), foram obtidas de localidades diferentes (na primeira espécie Alagoas, Brasil e a segunda espécie Baja California, Mexico), hospedeiras de plantas diferentes (na primeira espécie *Jatropha*

curcas e na segunda espécie *Croton californicus*), apesar das culturas pertencerem à mesma família Euforbiaceae.

Na literatura há trabalhos que caracterizam substâncias cuticulares de insetos sociais (abelhas, formigas e vespas) e mosquitos. Entretanto, não foi observado esse tipo de avaliação em percevejos. Sabe-se que as substâncias cuticulares desempenham um papel importante na vida social dos insetos, com sinais e pistas químicas, além da resistência a dessecação (KROISS; SVATOŠ; KALTENPOTH, 2011). Como os percevejos não são insetos sociais há um desinteresse em estudar seus compostos cuticulares. No entanto, as substâncias cuticulares podem atuar também como: moduladoras, provocando mudanças imediatas e reversíveis no comportamento de outro organismo, e desencadeadoras agindo em longo prazo no reconhecimento de indivíduos da mesma espécie e na distinção de indivíduos intrusos (WILSON, 1963; BREED 1983, SINGER et al., 1998, BLOMQUIST et al., 1998, NUNES, 2008).

Caputo et al. (2005) identificaram 48 hidrocarbonetos cuticulares do vetor da malária *Anopheles gambiae* (Giles, 1902) (Diptera: Culicidae) e avaliou as mudanças relacionadas ao dimorfismo sexual e idade, as quais mostraram ser indiferentes na análise qualitativa, no entanto apresentou diferenças quantitativas nos perfis de hidrocarbonetos de machos e fêmeas e nas faixas etárias, sendo as variações entre os sexos mais acentuada em indivíduos com idade entre 0-2 dias do que nos mais velhos. Para Polerstock et al. (2002) as diferenças nos perfis dos hidrocarbonetos ocorrerem após o acasalamento ao investigar fêmeas virgens.

Schwander et al. (2013) ao estudarem a divergência de Hidrocarbonetos e reprodução de nove espécies do gênero *Timema* (Ordem: Phasmida), popularmente conhecido como bicho-pau, perceberam que os perfis de hidrocarbonetos cuticulares variaram entre as espécies e populações, e que a mudança mais evolutiva em perfis de hidrocarbonetos ocorreram em associação com eventos de especiação (processo evolutivo pelo qual as espécies vivas se formam). Semelhanças nos perfis de hidrocarbonetos entre as espécies estão correlacionados com propensões de acasalamento interespecíficos, sugerindo que os perfis de hidrocarbonetos cuticulares representam um papel na escolha do companheiro e especiação do gênero *Timema*.

Para Buellesbach et al. (2013) a evolução e manutenção de canais de comunicação intraespecíficas constitui um elemento-chave na sinalização química e comunicação sexual, pois nem sempre a mensagem química enviada pelo remetente é compreendida pelo destinatário. O mesmo grupo de pesquisa observou divergência química em hidrocarbonetos cuticulares entre machos e fêmeas de quatro espécies de vespas, a saber: *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae), *Nasonia longicornis* (Darling, 1990) (Hymenoptera: Pteromalidae), *Nasonia giraulti* (Breeuwer & Werren, 1990) (Hymenoptera: Pteromalidae), *Nasonia Oneida* (Darling and Werren 1990) (Hymenoptera: Pteromalidae) e concluiu que os perfis das fêmeas foram os que mais divergiram, como causa de uma extensa mudança evolutiva.

A cutícula é uma camada de material secretada pelas células epidérmicas, que delimita a superfície externa do corpo formando o exoesqueleto, após solidificação (esclerotização) (GALLO, 2002). Tal camada é fina e impermeável (cera), sendo constituída por lipídios, uma mistura de hidrocarbonetos, composta de alcanos e alcenos, lineares e ramificados, de cadeias saturadas e insaturadas com variação de 21 a 70 carbonos. Devido a sua composição química e estrutura funciona como barreira de proteção contra a desidratação e invasão de microrganismo (alguns fungos e nematoides conseguem ultrapassar esta barreira e atingir a hemocele (cavidade do corpo), mas logo são impedidos pelas proteínas, difenóis, carboidratos, melanina, quitina e outros) (DUNN, 1998), regulação da permeabilidade cuticular e realização de movimentos ao atuarem nas articulações (LOCKEY, 1988; FERREIRA, 2012).

Com a evolução dos insetos, surgiu, a função secundária dos hidrocarbonetos, conhecida como feromonal, responsável pela comunicação química, intra e interespecífica, por meio de feromônios superficiais (HOWARD; BLOMQUIST, 2005), durante breves contatos físicos, os quais realizam um papel significativo no reconhecimento dos indivíduos geneticamente relacionados (BREED; BENNETT, 1987; SINGER et al., 1998 JUNGNICHEL et al., 2004). Feromônio é uma mistura de multicomponentes, secretada pelos animais e emitida ao meio ambiente, que gera um alto potencial de especificidade às mensagens (SILVERSTEIN; YOUNG, 1976; HÖLLDOBLER; CARLIN, 1987) e funciona como gatilhos fisiológicos de reações comportamentais específicas (PAIVA; PEDROSA-MACEBO, 1985), sendo

classificado de acordo com o comportamento que exerce num indivíduo receptor (FERREIRA, 2012).

Os compostos cuticulares são menos voláteis e, em alguns casos, apresentam alto peso molecular, sendo uma mistura muito complexa de uma variedade de compostos altamente específicos, retidos na superfície do corpo e detectados por quimiorreceptores (SANTOS, 2013), na maioria dos casos presentes na antena. Em algumas espécies de insetos, o processo de comunicação se faz principalmente por meio destes hidrocarbonetos de superfície (BREED; BENNETT, 1987, BLOMQUIST et al., 1998, SINGER; ESPELIE; GAMBOA, 1998, HOWARD; BLOMQUIST, 2005, LE CONTE; HEFETZ, 2008, NUNES, 2009, TANNURE-NASCIMENTO; NASCIMENTO; ZUCCHI, 2008; TANNURE-NASCIMENTO et al., 2009).

As diferentes combinações qualitativas e quantitativas, destes compostos, dependem da espécie, idade, ou sexo dos insetos (GAMBOA et al., 1986; BLOMQUIST et al., 1998, MONNIN; PEETERS, 1999; SLEDGE et al., 2001; BOOMSMA et al., 2003; ABDALLA et al., 2003), de forma que o perfil químico corresponde uma assinatura química individual, de origem endógena e exógena (CARLIN, 1988, revisado por LORENZI; BAGNÈRES; CLÉMENT, 1996), ou seja, os recém emergidos serão influenciados ao longo do tempo pelo contato destes com material do ninho onde se encontram.

Os compostos cuticulares de percevejos adultos são oriundos dos resquícios das glândulas abdominais, presentes nos estádios iniciais de *P. torridus*, sendo liberadas a cada ecdise nas chamadas exúvias, as quais são descartadas a cada muda, que quando o percevejo atinge a maturidade (fase adulta), tais glândulas são substituídas pela glândula metatorácica (COSTA LIMA, 1940). O mecanismo de muda se estende ao longo do dorso do percevejo, por onde a cutícula se solta mais rapidamente (GALLO, 2002).

De acordo com Williams, Evans e Bowers (2001), as glândulas dorsais abdominais de *Pachycoris stallii* (mesmo gênero da espécie em estudo) só produzem apenas quantidades vestigiais de compostos voláteis, após análise de extratos elaborados a partir da: (1) imersão do corpo do inseto em acetato de etila, durante 3 min, e (2) imersão de glândulas abdominais dissecadas separadamente (anterior (urostenito III-IV), mediana (urostenito IV-V) e posterior (urostenito V-VI)).

Os achados apresentados no parágrafo anterior não condizem com a avaliação desse estudo, uma vez que foram identificados, no presente trabalho, três componentes voláteis em altas concentrações e nove em concentrações inferiores, nos extratos elaborados a partir da imersão do corpo do inseto em Hexano grau HPLC bidestilado, durante 10 segundos e 10 minutos, sendo submetidos ou não a procedimento anestésico (10 minutos no freezer a -20°C), antes da dissecação.

Quando se pretende extrair substâncias cuticulares de insetos, utiliza-se o método por imersão ou banhos do corpo todo do inseto em reagente extrator (Hexano grau HPLC), com tempo de extração reduzido para não obter compostos glandulares presentes em estruturas internas, como os secretados por glândulas produtoras de compostos de defesa. O tempo geralmente utilizado em metodologias que visam à identificação desses compostos não ultrapassa 5 minutos. Nos percevejos, para extração das glândulas metatorácicas e dorsais, anestesiaram-os previamente, por meio do contato com gás carbônico ou temperatura baixa (-20°C), antes da imersão dos mesmos no reagente extrator.

Na extração de hidrocarbonetos cuticulares de abelhas rainhas virgens e operárias da espécie *Melipona marginata* (Lepelletier, 1836) (Hymenoptera: Apinae) utilizou-se 500 mL de Hexano, durante 1 minuto (CALIMAN, 2008). Já em mosquitos da espécie *A. gambiae* foi usado 1 mL de Hexano, durante 5 minutos (CAPUTO, 2005).

Para Zarbin, Ferreira e Leal (1999), a metodologia de coleta de feromônios por meio da extração por solvente é mais prática e rápida, que a aeração. Entretanto, este método irá apresentar mais impurezas (hidrocarbonetos, ácidos graxos), a não ser que localize a glândula secretora do feromônio e elabore extrato apenas com essa região. De acordo com os mesmos autores, o procedimento típico de extração, se faz por meio da imersão dos insetos em solvente durante 5 minutos.

No presente estudo, com a espécie *P. torridus*, a presença de impurezas não afetaram as análises dos compostos, pois a linha de base dos cromatogramas se manteve retilínea, os picos dos compostos bem delimitados e o tempo de extração de 10 segundos para 10 minutos não contribuiu para o aparecimento de outras substâncias, dentre elas as consideradas impuras.

Marques et al. (2007) anestesiaram previamente os percevejos da espécie *Dichelops melacanthus*, numa corrente de CO₂ e mantiveram em freezer até o início da dissecação, para elaboração dos extratos, a fim de minimizar o estresse dos insetos evitando o esvaziamento das glândulas e a perda de material por volatilização. Entretanto, no presente trabalho, observou-se que não houve variação qualitativa nos compostos orgânicos identificados em extratos de percevejos que foram submetidos à anestesia em relação aos que não foram. As variações foram apenas quantitativas, levando a crer que os compostos produzidos pelas glândulas metatorácicas também são produzidos nas glândulas abdominais e que as respostas comportamentais de *P. torridus* estão envolvidas com as concentrações desses compostos.

Ao comparar, no presente estudo, o tempo de extração de 10 segundo e 10 minutos dos compostos identificados nos machos, observou-se que em ambos os casos os compostos foram os mesmos, com exceção do (*E*)-2-Octenal, que foi detectado apenas no tempo de 10 segundos. Esse fato chamou atenção, pois se esperava identificar mais compostos químicos à medida que o corpo todo do inseto ficasse mais tempo em contato com agente extrator, de modo a extrair não só os compostos cuticulares, mas os produzidos por estruturas anatômicas internas, como, por exemplo, o conteúdo das glândulas metatorácicas. Além disso, o Acetato de (*E*)-2-hexenila possuiu mais que o dobro da concentração em extratos elaborados com 10 segundos, apesar das concentrações dos demais compostos terem sido maiores nos extratos elaborados com 10 minutos de extração, fato esse já esperado.

Nas fêmeas, ao realizar a mesma comparação do parágrafo anterior, percebeu-se que o composto 1-Trideceno foi identificado no tempo de 10 segundos e o composto Acetato de (*E*)-2-hexenila foi detectado apenas no tempo de extração de 10 minutos, isso implica que o hidrocarboneto 1- Trideceno é característico da cutícula, enquanto que o Acetato de (*E*)-2-hexenila, não é um componente cuticular. Assim, como nos machos as concentrações foram maiores em todos os compostos submetidos a 10 minutos de extração, com exceção do Tridecano, que possuiu concentrações maiores em 10 segundos de extração, esse composto foi detectado em estudos preliminares nas aerações de machos e fêmeas.

A partir de uma análise dos compostos minoritários, identificados no presente trabalho, foi possível comparar quantitativamente à presença desses em outros seres vivos, no banco de dados de ecologia química (Pherobase), com a finalidade de mostrar também a importância dos mesmos. O hidrocarboneto Undecano foi identificado em 153 espécies de seres vivos, das quais, apenas, 10,46% espécies eram percevejos. Bioensaios comportamentais mostraram que a molécula se comportou em 62,09% das espécies como feromônio, 35,95% como alomônio, 1,31% como substância atrativa e 0,65% como cairomônio. O aldeído E-2-Octenal foi identificado em 76 espécies de organismos vivos, sendo 68,42% da subordem heteroptera. Maior parte, 44,74%, comportou-se como feromônio, seguidos de alomônio (38,16%), substância atrativa (9,21%) e cairomônio (7,89%). O hidrocarboneto Dodecano foi identificado em 75 espécies de seres vivos, dentre as quais 37,33% das espécies eram heteropteros. A principal atividade comportamental identificada foi feromônio com 82,67%, em sequência o alomônio com 17,33%.

Em continuidade o semioquímico Tetradecano foi caracterizado em 60 espécies de seres vivos e somente 13,33% espécies eram percevejos. Em relação à atividade comportamental 93,33% se comportaram com feromônios e 6,67% alomônios. O Tetradecanal estava presente em 40 espécies de seres vivos. Apenas 10,00% das espécies que continham este composto eram da subordem Heteroptera. Quanto à atividade comportamental 80% das espécies que apresentaram este composto foram identificadas, por meio de bioensaios, como sendo feromônio; 17,5% alomônios e 2,5% substância atrativa. Apenas quatro espécies de percevejos possuíam este composto. O Acetato de (E)-2-hexenila foi encontrado em 28 espécies de seres vivos, das quais 89,29% das espécies pertenceram à subordem Heteroptera. O feromônio foi à atividade comportamental mais observada, seguida do alomônio com 25% e substância atrativa com 14,29%.

6.6 Conclusão

O perfil químico cuticular dos compostos majoritários ((E)-2-Hexenal, Tridecano e (E)-4-(oxo)-2-Hexenal) de machos e fêmeas da espécie *Pachycoris torridus* foi o mesmo. As fêmeas apresentaram concentrações superiores desses componentes em relação aos machos, por serem maiores em tamanho e apresentarem quase o

dobro do peso (rendimento por massa), conseqüentemente maiores glândulas abdominais dorsais. Houve pouca variação nos compostos minoritários (Acetato de (*E*)-2-hexenila, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, 1-Trideceno, Desconhecido, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, Tetradecano e Tetradecanal), no que se refere ao tipo de composto e concentração dos mesmos. Maior parte dos compostos identificados em extratos com 10 segundos foi oriundo dos resquícios das glândulas abdominais dorsais e os compostos obtidos com 10 minutos de extração foram provenientes das glândulas metatorácicas. Quanto ao protocolo de elaboração dos extratos, recomenda-se utilizar na imersão do corpo todo do inseto os dois tempos (10 segundos e 10 minutos) sem anestesia, a fim de ampliar a detecção de compostos.

6.7 Referências

- ABDALLA, F. C. et al. Comparative study of the cuticular hydrocarbon composition of *Melipona bicolor* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Meliponini) workers and queens. **Genetics and Molecular Research**, v. 2, p. 191–199, 2003.
- BLOMQUIST, G. J. et al. **The cuticle and cuticular hydrocarbons of insects: structure, function, and biochemistry**. In: Pheromone communication in social insect (Vander Meer RK, Breed MD, Winston ML and Espelie KE, eds.). Westview Press, Boulder, 1998, 35-54 p.
- BOOMSMA, J.J. et al. Informational constraints on optimal sex allocation in ants. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, vol. 100, p.8799-8804, 2003.
- BREED, M. D. Nestmate recognition in honeybees. **Animal Behaviour**, vol.31, p. 86– 91, 1983.
- BREED, M. D.; BENNETT, B. Kin recognition in highly eusocial insects. In: FLETCHER, D. J. C., MICHENER, C. D. (Eds.), Kin Recognition in Animals. John Wiley & Sons, **Chichester**, p. 243–285, 1987.
- BUELLESBACH, J. et al. Evolutionary shifts in chemical communication channels? **J Evolutionary Biology**, v. 26, n. 11, p. 1–18, doi:10.1111/jeb.12242.Cuticular, 2013.
- CALIMAN, M. J. F. “**Caracterização do perfil de hidrocarbonetos cuticulares de operárias, rainhas virgens e rainhas fisogástricas de *Melipona marginata* Lepeletier, 1836.**” (Hymenoptera, Apinae, Meliponini). 2008.
- CAPUTO, B. et al. Identification and composition of cuticular hydrocarbons of the major Afrotropical malaria vector *Anopheles gambiae* s.s. (Diptera: Culicidae):

analysis of sexual dimorphism and age-related changes. **Journal of mass spectrometry : JMS**, v. 40, n. 12, p. 1595–604, doi:10.1002/jms.961, 2005.

CARLIN, N. F. Discrimination between and within colonies of social insects: Two null hypotheses. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 39, p. 86-100, 1988.

COSTA LIMA, A. C. **Insetos do Brasil**, 2o tomo, capítulo 22, Hemípteros. Série Didática Núm. 3. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1940, 351p.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar: sistema de análise de variância**. Versão 4,6 (Build 6,0), Lavras, DEX/UFLA, 2003.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. Ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.

FERREIRA, A. C. **Da vespa *Mischocyttarus consimilis* (HYMENOPTERA : VESPIDAE) por cromatografia gasosa**, 2012.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. vol. 10 ed. FEALQ: Piracicaba, 2002. p. 920.

GAMBOA, J. G. et al. Kin recognition in social wasps: combining chemical and behavioural evidence. **Animal Behaviour**, vol. 51, p. 625-629, 1996.

HÖLLDOBLER, B.; CARLIN, N. F. Anonymity and specificity in the chemical communication signals of social insects. **Journal of Comparative Physiology**, v. 161A, p. 567-581, 1987.

HOWARD, R. W.; BLOMQUIST, G. J. Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons. **Annual Review of Entomology**, vol. 50, p. 371–393, 2005.

JUNGNICKEL, H. et al. Chemical basis for inter-colonial aggression in the stingless bees *Scraptothrigona bipunctata* (Hymenoptera: Apidae). **Journal Insect Physiology**, v. 50, p. 761-766, 2004.

KROISS, J.; SVATOŠ, A.; KALTENPOTH, M. Rapid identification of insect cuticular hydrocarbons using gas chromatography-ion-trap mass spectrometry. **Journal of chemical ecology**, v. 37, n. 4, p. 420–7, 2011.

LE CONTE, Y. & HEFETZ, A. Primer pheromones in social hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 523–542, 2008.

LOCKEY, K.H. Lipids of the insect cuticle: origin, composition and function. **Comparative Biochemistry and Physiology B**, v. 89, p. 595-645, 1988.

LORENZI, M. C.; BAGNÈRES, A. G.; CLÉMENT, J. L. **The role of cuticular hydrocarbons in social insects: is it the same in paper wasps?** In: TURILLAZZI, S. & WEST-EBERHARD, M. J. (eds.) *Natural History and Evolution of Paper Wasps*, Oxford University Press, UK, p. 178-189, 1996.

MARQUES, F. A. et al. Identification of Defensive Compounds in Metathoracic Glands of Adults of the Stink Bug *Dichelops melacanthus* (Hemiptera):

Pentatomidae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 6, p. 1242–1246, 2007.

MONNIN, T.; PEETERS, C. Dominance hierarchy and reproductive conflicts among subordinates in a monogynous queenless ant. **Behavioral Ecology**, v. 10, p. 23 – 32, 1999.

NUNES, T. M. Nestmate recognition in a stingless bee: does the similarity of chemical cues determine guard acceptance? **Animal Behaviour**, v. 75, p. 1165–1171, 2008.

NUNES, T. M. Cuticular hydrocarbons in the stingless bee *Schwarziana quadripunctata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): differences between colonies, castes and age. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, p. 589–595, 2009.

PAIVA, M. R.; PEDROSA-MACEDO, J. H. **Feromonas de Insetos**. Curitiba: Ctgztz, 1985. 84 p.

PHEROBASE, 2015. <<http://www.pherobase.com/database/compound/compounds-index.ph>> Disponível em: 07 de abril de 2015. Acesso em: 07 de abril de 2015.

POLERSTOCK A. R., EIGENBRODE S. D., KLOWDEN M. J. Mating alters the cuticular hydrocarbons of female *Anopheles gambiae* sensu stricto and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, vol.39, p. 545, 2002.

RODRIGUES, S. R. et al. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoris torridus* em pinhão – manso. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 356–360, 2011.

SANTOS, D. C. de J. **Divisão de trabalho e sua relação com a dinâmica dos hidrocarbonetos cuticulares em *Melipona scutellaris*** Divisão de trabalho e sua relação com a dinâmica dos hidrocarbonetos cuticulares em *Melipona scutellaris* (Hymenoptera , Apidae , Meliponini). 2013.

SATURNINO, H.M. et al. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.44-78, 2005.

SCHWANDER, T. et al. Hydrocarbon divergence and reproductive isolation in Timema stick insects. **BMC evolutionary biology**, v. 151, n. 1, p. 1-13, 2013.

SILVERSTEIN, R. M.; YOUNG, J. C. **Insects generally use multicomponent pheromones**. In: Beroza, M. (Ed.). *Pest Management with Insect Sex Attractants and Other Behavior-Controlling Chemicals*. Washington, D. C.: ACS Symp. series 23, 1976. p. 1-29.

SINGER TL. Roles of hydrocarbons in the recognition systems of insects. **American Zoologist.**, v. 38, p. 394–405, 1998.

SINGER, T. L.; ESPELIE, K. E. & GAMBOA, G. J. **Nest and nestmate discrimination in independent-founding wasps**. In: VANDER MEER, R. K.; BREED, M. D.; WINSTON, M. L. & ESPELIE, E. K. (Eds.), *Pheromone Communication in Social Insects*. Westview, Boulder, pp. 57–78, 1998.

SLEDGE, M. F. et al. Recognition of social parasites as nest-mates: adoption of colony-specific host cuticular odours by the paper wasp parasite *Polistes sulcifer*. **Proceedings of the Royal Society of London Series B – Biol. Sci.**, vol. 268, p. 2253 – 2260, 2001.

TANNURE-NASCIMENTO, I. C.; NASCIMENTO, F. S.; ZUCCHI, R. The look of royalty: visual and odour signals of reproductive status in a paper wasp. **Proceedings of the Royal Society of London Series B**, v. 275, p. 2555–2561, 2008.

TANNURE-NASCIMENTO, I. C. et al. Decision rules for egg recognition are related to functional roles and chemical cues in the queenless ant *Dinoponera quadriceps*. **Naturwissenschaften**, v. 96, p. 857–861, 2009.

WILLIAMS, L.; EVANS, P. E.; BOWERS, W. S. Defensive chemistry of an aposematic bug, *Pachycoris stalii* Uhler and volatile compounds of its host plant *Croton californicus* Muell.- Arg. **Journal of Chemical Ecology**, vol. 27, p. 203-216, 2001.

WILSON, E. Pheromones. **Sci. Amer.** Vol. 208, p. 100-114, 1963.

ZARBIN, P. H. G. et al. Alarm Pheromone System of Stink Bug *Piezodorus guildinii* (Heteroptera : Pentatomidae). **Journal of Chemical Ecology**, v. 11, n. 4, p. 424–428, 2000.

ZARBIN, P. H. G.; FERREIRA, J. T. B.; LEAL, W. S. Metodologias gerais empregadas no isolamento e identificação estrutural de feromônios de insetos. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 263–268, 1999.

7. COMPOSTOS ORGÂNICOS CUTICULARES ENVOLVIDOS NO COMPORTAMENTO DE CORTE E CÓPULA DE *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae)

7.1 Resumo

Pachycoris torridus (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) é o único representante da família Scutelleridae de impacto agrícola no Brasil. Considerando a importância de se combater essa praga por meio da adoção de medidas usadas no controle comportamental, dentre elas o uso de substâncias atrativas, surgiu à necessidade de identificar e quantificar os compostos orgânicos cuticulares envolvidos no comportamento de corte e cópula de *P. torridus*. No momento da corte, um macho que cortejava a fêmea foi imerso, sem anestesia, em 2 mL de Hexano, durante 10 minutos. O mesmo procedimento foi realizado também com as fêmeas que eram cortejadas pelos machos, sendo quatro repetições para ambos os casos. Após 30 minutos do início da cópula, cinco casais foram vaseados e anestesiados em freezer a -20°C, durante 10 minutos, logo após submetidos a processo de dissecação para elaboração dos extratos de fêmeas e machos: pronoto e escutelo, glândula metatorácica, corpo todo do inseto e segmentos terminais do abdome. Cada parte do inseto foi imersa em 2mL de Hexano grau HPLC bidestilado, durante 10 minutos. As variáveis analisadas foram os compostos identificados: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, (*E*)-2-Decenal, 1-Trideceno, Desconhecido, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, Tetradecano e Tetradecanal. Durante a corte e cópula os compostos identificados nas fêmeas diferiram dos identificados nos machos. O composto (*E*)-2-Decenal, encontrado nos machos e o Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, nas fêmeas foram compostos específicos da cópula, não fazendo parte do conteúdo das glândulas metatorácicas. Por fim, adultos da espécie *P. torridus* liberam conteúdo dessas glândulas durante a corte e cópula, para atrair o sexo oposto, chegando a esvaziar seu reservatório. Esse percevejo não secreta feromônio(s) sexual(is) e o conteúdo de suas glândulas metatorácicas apresenta dupla atividade comportamental (alarme e atratividade) em concentrações diferentes.

Palavras-chave: Percevejo do pinhão-manso; Comportamento reprodutivo; Cutícula; Glândulas metatorácicas; Espectrometria de massa.

7.2 Abstract

Pachycoris torridus (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) is the only representative of the Scutelleridae family of agricultural impact in Brazil. The necessity to identify and quantify cuticular organic compounds involved in the courtship behavior and *P. torridus* copulation, considering the importance to combat this pest by adopting measures used in behavioral control, among them, the use of attractive substances. At the time of cutting, a male that courted a female was immersed without anesthesia in 2mL of hexane for 10 minutes. The same procedure was also done with the females that courted the males, with four replicates for both cases. After 30 minutes from the beginning of the copulation, five couples were placed in vial and anesthetized in a freezer at -20°C for 10 minutes. Immediately afterwards, they were submitted to a dissection process for the preparation of the females and males extracts: pronotum and scutellum, metathoracic gland, the whole body of the insect and terminal segments of the abdomen. Each part of the insects was immersed in 2mL of HPLC grade hexane bidestilado for 10 minutes. The analyzed variables were the identified compounds: (*E*)-2-hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-hexenal, (*E*)-2-octenal, undecane, dodecane, (*E*)-2-decenal, 1-tridecene, unknown, tridecane, (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol acetate, tetradecane and tetradecanal. During courtship and copulation, the identified compounds in the females differed from those identified in the males. The (*E*)-2-Decenal compound that was found in the males and the (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol Acetate was found in the females were specific compounds of the copula and not being part of the content of the metathoracic glands. Finally, adults of the species *P. torridus* release content from these glands during courtship and copulation to attract the opposite sex, being able to empty their reservoir. That bug not secrete sexual pheromone and contents of their metathoracic glands present double behavioral activity (alarm and attractiveness) at different concentrations.

Keywords: Bug of the *Jatropha*; Reproductive behavior; Cuticle; Metathoracic glands; Mass spectrometry.

7.3 Introdução

A espécie *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) popularmente conhecida como pinhão-mansão (DRUMMOND et al., 1984) constitui mais uma alternativa para enfrentar os desafios de abastecimento de energia, pois seu óleo pode ser facilmente convertido em líquido biocombustível, por isso é considerada uma espécie de grande valor econômico (ACHTEN et al., 2008).

A produção de óleo de *J. curcas* pode ser reduzida (até 50%) devido à herbivoria exercida por *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae), principal praga desta cultura. A herbivoria realizada nos frutos do pinhão manso, pelas ninfas e adultos desta espécie, afeta a formação do endosperma e promove queda da flor, chochamento das sementes em função da sucção de frutos imaturos, além de escurecimento, deformidade, conseqüentemente queda dos mesmos (aborto prematuro) e/ou diminuição de seu tamanho. (AMERICA, 2007; RODRIGUES et al., 2011; GABRIEL; FRANCO, 2012).

O programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) adota múltiplas táticas de controle como: reduzir as condições propícias para o desenvolvimento da praga, utilizar plantas melhoradas, usar reguladores de crescimento de insetos, feromônios, predadores e parasitóides (SCHOWALTER, 2006); a fim de reduzir o impacto de herbívoros, minimizando o uso e os efeitos negativos de agroquímicos no controle de pragas.

O uso de feromônios sexuais, baseado nas estratégias do MIP (TREMATERRA, 2002), por meio do monitoramento, atratividade e interrupção do acasalamento (MCNEIL, 1991; SUCKLING, 2000; TREMATERRA, 2002) são recursos biotecnológicos ecologicamente corretos e eficazes, merecendo, assim, destaque (MCNEIL, 1991), pois representam um dos principais componentes do manejo de pragas de base ecológica (SUCKLING, 2000).

As aerações e bioensaios para a identificação de feromônios sexuais e ou agregação de *P. torridus* foram realizadas em importantes laboratórios (Laboratório de pesquisa de Recursos Naturais da Universidade Federal de Alagoas, Laboratório de Semioquímicos da Universidade Federal do Paraná e Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), no Brasil. Como, não foi identificado nenhum composto químico com comportamento sexual e de agregação por meio da metodologia (aeração e bioensaios em “Y”) mais recomendada para essa finalidade, utilizou-se o método de extração por imersão da cutícula, a fim de comparar qualitativamente os compostos cuticulares com os da glândula metatorácica, presentes nos extratos de fêmeas e machos, no comportamento de corte e cópula, para elucidar a comunicação intraespecífica de *P. torridus* a curta distância durante o processo reprodutivo.

Considerando a importância de se combater *P. torridus* por meio da adoção de medidas usadas no controle comportamental, dentre elas o uso de substâncias atrativas, surgiu à necessidade de identificar e quantificar os compostos orgânicos cuticulares envolvidos no comportamento reprodutivo.

7.4 Material e métodos

Os percevejos da espécie *Pachycoris torridus* foram obtidos no Insetario do Laboratório de Pesquisa de Recursos Naturais (LPqRN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Adultos com 50 dias de idade foram transferidos para arenas e alimentados com mudas de *Jatropha curcas* (90 DAP) no período de 16/11/2013 a 21/12/2013 para se adaptarem ao novo habitat. O ensaio foi conduzido no campo (09°35'03"S; 35°47'14"W), no município de Maceió, com temperatura de 25± 5 °C e umidade relativa de 70±10% U.R. Após a sexagem realizada pela diferenciação na configuração dos segmentos terminais do abdome de machos e fêmeas, e confinamento (machos separados das fêmeas) de sete dias, em arenas localizadas na mesma área experimental, antes da elaboração dos extratos; cada grupo (cinco machos e cinco fêmeas) foi colocado, em 21/12/2013, na 3ª hora da fotofase, em

uma arena (quatro arenas = quatro repetições) contendo cinco mudas de *J. curcas* para obtenção dos comportamentos de corte e cópula.

7.4.1 Preparação dos extratos

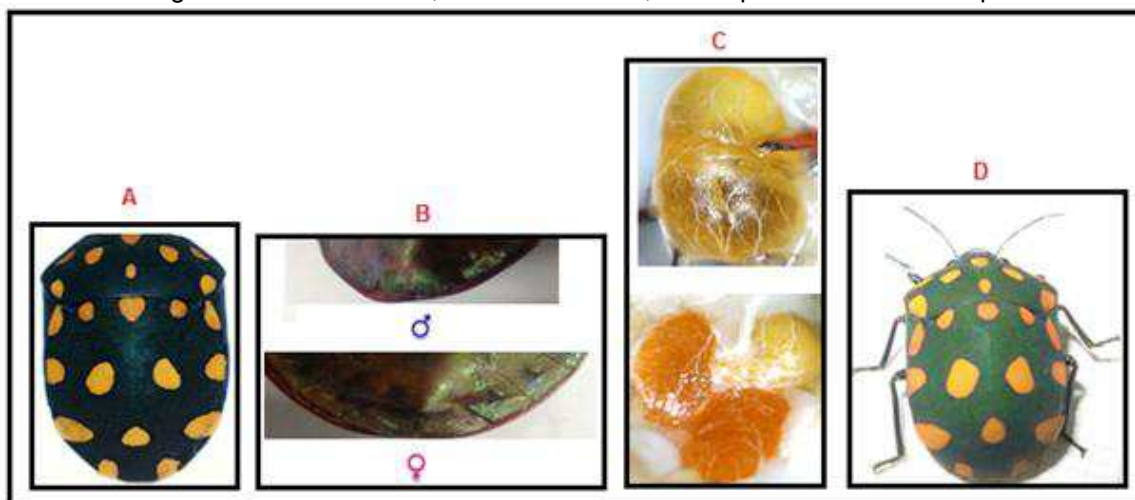
7.4.1.1 Corte

No momento da corte, um macho (corpo todo) que cortejava a fêmea foi imerso, sem anestesia, em 2 mL de Hexano HPLC grau bidestilado, durante 10 minutos. O mesmo procedimento foi realizado também com as fêmeas (corpo todo) que eram cortejadas pelos machos, sendo quatro repetições para ambos os casos.

7.4.1.2 Cópula

Após 30 minutos do início da cópula, cinco casais foram vaseados e anestesiados em freezer a -20°C , durante 10 minutos, logo após submetidos a processo de dissecação para elaboração dos extratos de fêmeas e machos, com as seguintes partes do inseto (Figura 23): A - pronoto e escutelo (sem as estruturas internas), B - glândula metatorácica (com reservatório), C - corpo todo do inseto e D - segmentos terminais do abdome (estruturas internas presentes a partir do 5º urosternito, dentre elas: testículos, canal ejaculador e glândulas anexas, nos machos; ovariolos e oocitos em desenvolvimento, espermateca e glândulas coletéricas, nas fêmeas). Cada parte do inseto foi imersa em 2 mL de Hexano grau HPLC bidestilado, durante 10 minutos.

Figura 23 – Partes do inseto: A - pronoto e escutelo; B – segmentos terminais do abdome; C - glândula metatorácica, com reservatório; D - corpo todo do inseto copulando.



Fonte: Elaborada pela autora.

7.4.2 Análise química dos extratos

7.4.2.1 Cromatografia gasosa (GC) com detector por ionização em chama (DIC)

Alíquotas de 1µL dos extratos (n=40) foram analisadas em cromatógrafo a gás (CG), modelo Shimadzu QP-2010, equipado com detector por ionização em chama (DIC), contendo coluna capilar RTX-1 (0,25mm x 30m). O CG foi operado em modo *splitless* (250°C), com programação de temperatura de 50°C por 1 minuto, aumentando 7°C/min até 250°C e permanecendo nessa temperatura por 10 minutos. Nitrogênio foi usado como gás de arraste, com fluxo de 1 mL/min. O índice de retenção de *Kovats* foi calculado utilizando-se padrões de hidrocarbonetos (C7 – C30). A quantificação foi realizada a partir da coinjeção de 1µL de 2-Nonadecanona (padrão interno) na concentração de 150 ppm com 1µL do extrato. Foram aplicadas as fórmulas abaixo, onde $C(X)$ é a concentração da amostra e $C(P)$ a concentração do padrão interno, $A(X)$ é a área da amostra e $A(P)$ a área do padrão interno.

$$\frac{C(X)}{C(P)} = \frac{A(X)}{A(P)}$$

$$C(X) = \frac{C(P) * A(X)}{A(P)}$$

7.4.2.2 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-EM)

Alíquotas de 1µl dos extratos (n=40) foram analisadas em cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massas (CG-EM), modelo Shimadzu QP-2010 Ultra, com ionização por impacto de elétrons (70 eV) contendo coluna capilar RTX-1 (0,25mm x 60m). As condições de análises foram iguais às utilizadas nas análises de CG/FID, com exceção do modo que foi operado no *split* e a linha de transferência operou a 270°C.

7.4.3 Delineamento e análise estatística

Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com quatro repetições no esquema fatorial (5 x 2), sendo o Fator 1 – Partes do Inseto (5 tratamentos: A - pronoto e escutelo, B – segmentos terminais do abdome, C - glândula metatorácica, D - corpo todo do inseto copulando, E – corpo todo do inseto cortejando/cortejada) e Fator 2 - Gênero (2 tratamentos: Macho e Fêmea). Foram avaliados os compostos identificados: A₁ ((E)-2-Hexenal), A₂ ((E)-4-(oxo)-2-Hexenal), A₃ ((E)-2-Octenal), A₄ (Undecano), A₅ (Dodecano), A₆ ((E)-2-Decenal), A₇ (1-Trideceno), A₈ (Desconhecido), A₉ (Tridecano), A₁₀ (Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol), A₁₁ (Tetradecano), e A₁₂ (Tetradecanal), que correspondem as concentrações (em ppm) dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos, os quais foram transformados em porcentagens, em seguida em arco seno $\sqrt{X(\%)}$. Na comparação de médias do Fator 1, quando a interação foi não significativa, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Enquanto que no Fator 2, nesse mesmo tipo de interação, aplicou-se o teste F a 5% de probabilidade, bem como nas médias do Fator 2 dentro de cada nível do Fator 1 (quando a interação foi significativa), segundo recomendação de Ferreira (2000). O software utilizado foi Sisvar - versão 5.4 (FERREIRA, 2003).

7.5 Resultados e discussão

A avaliação química foi focada nas concentrações dos compostos químicos orgânicos ((*E*)-2-Hexenal), (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, (*E*)-2-Decenal, 1-Trideceno, Desconhecido, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien-1-ol, Tetradecano e Tetradecanal), dos extratos de partes do *Pachycoris torridus*, a saber: pronoto e escutelo de inseto copulando; segmentos terminais do abdome de inseto copulando; glândula metatorácica de inseto copulando; corpo todo de inseto copulando; corpo todo de inseto cortejando (macho) e sendo cortejada (fêmea).

Na Tabela 19, encontram-se os resultados da análise de variância do efeito do gênero dentro de partes do inseto da espécie *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos. Houve diferença significativa pelo teste F, no nível de 5% de probabilidade, entre o gênero, nos extratos elaborados a partir do pronoto e escutelo de *P. torridus*, apenas nas concentrações de Dodecano e Tetradecanal. Não houve diferença significativa pelo teste F, no nível de 5% de probabilidade, entre o gênero, nas concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos elaborados a partir de segmentos terminais do abdome de inseto copulando e do corpo todo de inseto cortejando/cortejada. Houve diferença significativa pelo teste F, no nível de 1% de probabilidade, entre o gênero, nas concentrações de todos os compostos químicos orgânicos detectados em extratos elaborados a partir da glândula metatorácica de inseto copulando, bem como nas concentrações dos compostos Desconhecido e Tetradecano identificados em extratos elaborados a partir do corpo todo de inseto copulando.

Tabela 19 - Análise de variância do efeito do gênero dentro de partes do inseto *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.

Causa de Variação	GL	QM				
		A ₄	A ₅	A ₈	A ₁₁	A ₁₂
Gênero dentro de A	1	0,00 ns	41,16 *	0,00 ns	0,00 ns	27,61 *
Gênero dentro de B	1	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns
Gênero dentro de C	1	56,61 **	476,76 **	203,80 **	164,75 **	192,98 **
Gênero dentro de D	1	0,00 ns	0,15 ns	34,64 **	27,84 **	0,00 ns
Gênero dentro de E	1	12,68 ns	1,36 ns	0,83 ns	2,19 ns	7,21 ns
Resíduo	26	3,02	7,27	3,15	2,66	6,15

Notas: Dados transformados em arco seno $\sqrt{X (\%)}$.

* e **: Significativo nos níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo no nível de 5% de probabilidade pelo teste F; A₄: Undecano; A₅: Dodecano; A₈: Desconhecido; A₁₁: Tetradecano; A₁₂: Tetradecanal; A: pronoto e escutelo de inseto copulando; B: segmentos terminais do abdome de inseto copulando; C: glândula metatorácica de inseto copulando; D: corpo todo de inseto copulando; E: corpo todo de inseto cortejando (macho) e sendo cortejada (fêmea).

Fonte: Elaborada pela autora.

A comparação das médias, pelo teste F a 5% de probabilidade, do efeito do gênero dentro de partes do inseto *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos, encontra-se na Tabela 20. Com relação ao composto Undecano, houve diferença significativa apenas para a concentração do extrato obtido da glândula metatorácica, onde o composto só foi detectado no macho (1,38%). No entanto, nas concentrações das demais partes do inseto não detectou a presença do composto tanto no macho, quanto na fêmea; com exceção do extrato obtido a partir do corpo todo do inseto cortejando/cortejada, o qual se verificou a presença do mesmo em ambos o gênero. Quanto ao Dodecano e Tetradecanal, houve diferença significativa apenas para a concentração dos extratos obtidos do pronoto/escutelo e da glândula metatorácica. O composto Desconhecido e Tetradecano divergiram significativamente nas concentrações dos extratos elaborados a partir da glândula metatorácica e do corpo todo de inseto copulando. A diferença significativa, dos compostos químicos orgânicos relatados neste parágrafo, foi marcada pela ausência de tais compostos nas fêmeas.

Tabela 20 - Médias do efeito do gênero dentro de partes do inseto *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.

Compostos Químicos 1/	Gênero	Partes do Inseto				
		A	B	C	D	E
A4	M	0,00 a	0,00 a	1,38 b	0,00 a	1,56 a
	F	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,89 a
A5	M	2,15 b	0,00 a	6,24 b	5,31 a	5,00 a
	F	0,00 a	0,00 a	0,00 a	5,06 a	4,35 a
A8	M	0,00 a	0,00 a	3,35 b	1,23 b	2,63 a
	F	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,25 a
A11	M	0,00 a	0,00 a	2,95 b	0,99 b	2,06 a
	F	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	1,56 a
A12	M	1,45 b	0,00 a	3,47 b	0,00 a	1,61 a
	F	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,16 a

Notas: 1/: Dentro de cada composto, nas colunas, as médias com a mesma letra, as quais estão expressas em porcentagem, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. A₄: Undecano; A₅: Dodecano; A₈: Desconhecido; A₁₁: Tetradecano; A₁₂: Tetradecanal; A: pronoto e escutelo de inseto copulando; B: segmentos terminais de inseto copulando; C: glândula metatorácica de inseto copulando; D: corpo todo de inseto copulando; E: corpo todo de inseto cortejando (macho) e sendo cortejada (fêmea).

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados da análise de variância dos efeitos de partes do inseto e do gênero de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos encontram-se na Tabela 21. Quanto ao Fator 1 (partes do inseto), houve diferença significativa pelo teste F apenas para as variáveis: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal e (*E*)-2-Octenal, ao nível de 1% de probabilidade, e Tridecano, ao nível de 5% de probabilidade. Com relação ao Fator 2 (gênero), houve diferença significativa pelo teste F apenas para a variável (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal. Por outro lado, não houve diferença significativa pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade para a interação entre os Fatores (1 e 2), indicando que as concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos das partes do inseto independem do gênero.

Tabela 21 - Análise de variância dos efeitos de partes do inseto e do gênero de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos. Dados transformados em arco seno $\sqrt{X (\%)}$.

Causa de Variação	de GL	QM						
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₆	A ₇	A ₉	A ₁₀
Partes do inseto (PI)	4	2.891,14 **	781,56 **	85,60 **	2,04 ns	45,72 ns	1.370,64 *	5,58 ns
Gênero (G)	1	0,73 ns	289,91 **	16,56 ns	1,97 ns	3,78 ns	1,35 ns	5,39 ns
Interação PI x G	4	167,18 ns	23,06 ns	1,16 ns	1,41 ns	21,18 ns	37,22 ns	7,89 ns
Resíduo	26	314,72	16,08	4,09	2,05	37,13	396,81	4,98

Notas: * e **: Significativo no nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo no nível de 5% de probabilidade pelo teste F; A₁: (*E*)-2-Hexenal; A₂: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal; A₃: (*E*)-2-Octenal; A₆: (*E*)-2-Decenal; A₇: 1-Trideceno; A₉: Tridecano; A₁₀: Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol.

Fonte: Elaborada pela autora.

A comparação das médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, do efeito de partes do inseto de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos encontra-se na Tabela 22. Segue a relação dos aldeídos e hidrocarboneto que apresentaram concentrações maiores, divergindo significativamente entre as partes do inseto: (*E*)-2-Hexenal (segmentos terminais do abdome de inseto copulando), (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal (corpo todo de inseto copulando e cortejando/cortejada), (*E*)-2-Octenal (corpo todo de inseto cortejando/cortejada) e Tridecano (pronoto e escutelo de inseto copulando). Quanto aos compostos químicos (*E*)-2-Decenal; 1-Trideceno e Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, não diferiram entre si.

Tabela 22 - Médias do efeito de partes do inseto de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.

Partes do Inseto	Médias 1/						
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₆	A ₇	A ₉	A ₁₀
A	28,17 a	2,93 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	53,07 b	0,00 a
B	89,04 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	10,96 a	0,00 a
C	43,70 a	1,29 a	0,30 a	0,00 a	3,05 a	44,20 ab	0,00 a
D	37,26 a	14,76 b	0,29 a	0,31 a	2,34 a	37,74 ab	0,83 a
E	36,91 a	13,71 b	1,90 b	0,00 a	0,53 a	34,79 ab	0,00 a

Notas: 1/: Nas colunas, as médias com a mesma letra, as quais estão expressas em porcentagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; A₁: (*E*)-2-Hexenal; A₂: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal; A₃: (*E*)-2-Octenal; A₆: (*E*)-2-Decenal; A₇: 1-Trideceno; A₉: Tridecano; A₁₀: Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol; A: Pronoto e escutelo de inseto copulando; B: segmentos terminais do abdome de inseto copulando; C: glândula metatorácica de inseto copulando; D: corpo todo de inseto copulando; E: corpo todo de inseto cortejando (macho) e sendo cortejada (fêmea).

Fonte: Elaborada pela autora.

Os compostos químicos orgânicos (*E*)-2-Octenal, Undecano, (*E*)-2-Decenal, 1-Trideceno, Tetradecano, Desconhecido e Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol não foram detectados em extratos de insetos preparados, após cópula de 30 minutos, com pronoto/escutelo e segmentos terminais do abdome. Como estas partes do corpo estão desprovidas de conteúdo da glândula metatorácica acredita-se que haja alguma relação, uma vez que os cinco primeiros compostos já foram encontrados nesse tipo de glândula de outras espécies de percevejo.

As médias do efeito de gênero de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos (Tabela 23), quando comparadas, não diferiram entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. O aldeído (*E*)-2-Decenal estava ausente nos extratos de fêmea, ao passo que o Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol estava ausente nos extratos de macho. É importante ressaltar, que esses compostos estavam presentes, apenas, nos extratos dos segmentos terminais de inseto copulando.

Tabela 23 - Médias do efeito de gênero de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.

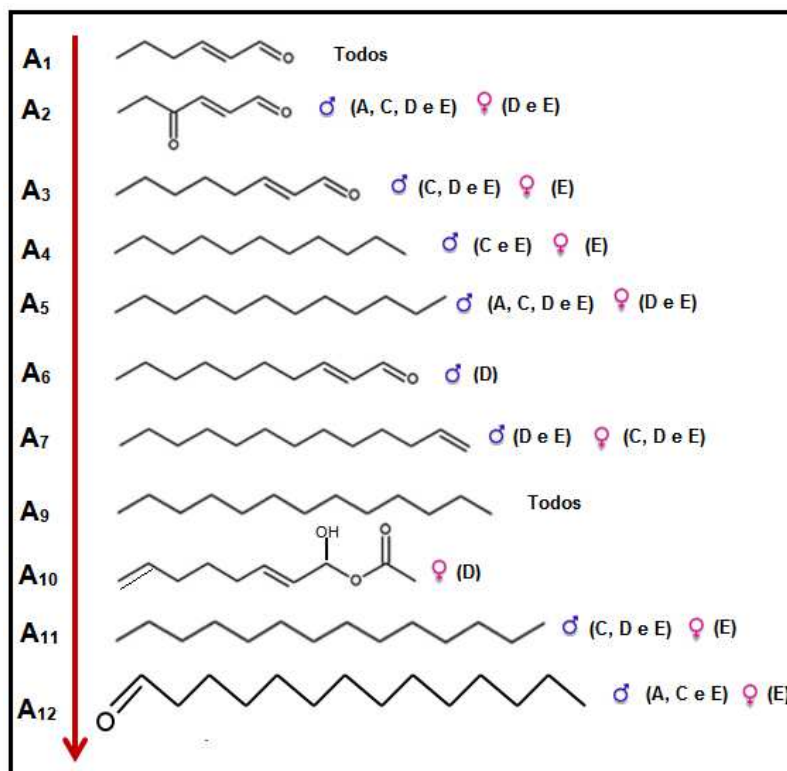
Gênero	Médias 1/						
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₆	A ₇	A ₉	A ₁₀
M	46,27 a	7,61 a	2,75 a	0,12 a	0,74 a	36,59 a	0,00 a
F	48,43 a	5,10 a	0,64 a	0,00 a	1,56 a	34,32 a	0,32 a

Notas: 1/: Nas colunas, as médias com a mesma letra, as quais estão expressas em porcentagem, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade; A₁: (*E*)-2-Hexenal; A₂: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal; A₃: (*E*)-2-Octenal; A₆: (*E*)-2-Decenal; A₇: 1-Trideceno; A₉: Tridecano; A₁₀: Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol; A: pronoto e escutelo de inseto copulando; B: segmentos terminais do abdome de inseto copulando; C: glândula metatorácica de inseto copulando; D: corpo todo de inseto copulando; E: corpo todo de inseto cortejando (macho) e sendo cortejada (fêmea).

Fonte: Elaborada pela autora.

Todas as estruturas químicas dos compostos identificados nos extratos analisados, no presente trabalho, encontram-se na Figura 24. Cabe lembrar que, o composto A₈ não consta na figura pelo fato de ser desconhecido.

Figura 24 – Estruturas químicas dos compostos identificados nos extratos.



Legenda: Partes do inseto: A (pronoto e escutelo de inseto copulando); B: segmento terminal do abdome de inseto copulando; (C) glândula metatorácica de inseto copulando; D: corpo todo de inseto copulando; E: corpo todo de inseto cortejando (macho) e sendo cortejada (fêmea). Compostos químicos: A₁ ((E)-2-Hexenal), A₂ ((E)-4-(oxo)-2-Hexenal), A₃ ((E)-2-Octenal), A₄ (Undecano), A₅ (Dodecano), A₆: ((E)-2-Decenal), A₇ (1-Trideceno), A₉ (Tridecano), A₁₀ (Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol), A₁₁ (Tetradecano) e A₁₂ (Tetradecanal).

Fonte: Elaborada pela autora.

Os tempos de retenção dos compostos identificados encontram-se na Tabela 24.

Tabela 24 - Tempos de retenção (t_R) e índices de Kovats (KI) calculados para os compostos presentes no conteúdo do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos/10 minutos com/sem anestesia prévia de adultos machos e fêmeas da espécie *P. torridus*.

	Compostos	t_R (min)	KI natural
A1	(<i>E</i>)-2-Hexenal	4.374	864
A2	(<i>E</i>)-4-(<i>oxo</i>)-2-Hexenal	5.996	934
A3	(<i>E</i>)-2-Octenal	8.569	1026
A4	Undecano	10.032	1078
A5	Dodecano	12.082	1155
A6	(<i>E</i>)-2-Decenal	13.237	1200
A7	1-Trideceno	13.770	1222
A8	Desconhecido	14.155	1239
A9	Tridecano	14.388	1249
A10	Acetato de (<i>Z,Z</i>)-2,7-octadien1-ol	16.729	1354
A11	Tetradecano	18.296	1430
A12	Tetradecanal	20.013	1519
Padrão interno	2-Nonadecanona	27.712	1986

Fonte: Elaborada pela autora.

A distribuição das porcentagens das médias das concentrações dos compostos químicos orgânicos em cada parte do inseto de acordo com o gênero está representada na Tabela 25. O aldeído (*E*)-2-Hexenal foi o primeiro composto majoritário nos extratos de todas as partes da fêmea, após 30 min de cópula e segundo nos extratos de macho, nesse último perdendo apenas para o Tridecano. Já esse hidrocarboneto foi o primeiro composto majoritário nos extratos de todas as partes do macho, com exceção dos extratos elaborados a partir dos segmentos terminais do abdome, que possuiu a segunda classificação, sendo a primeira ocupada pelo (*E*)-2-Hexenal.

Tabela 25 – Distribuição das porcentagens (em ordem decrescente) das médias das concentrações dos compostos químicos orgânicos em cada parte do inseto de acordo com o gênero.

Ordem decrescente	A		B		C		D		E											
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀										
	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%										
1º	A ₉	57,17	A ₉	66,67	A ₁	90,86	A ₁	87,22	A ₉	48,27	A ₁	53,51	A ₉	39,60	A ₁	39,90	A ₉	36,82	A ₁	39,74
2º	A ₁	32,40	A ₁	33,33	A ₉	9,14	A ₉	12,78	A ₁	30,63	A ₉	41,15	A ₁	35,28	A ₉	35,27	A ₁	34,79	A ₉	32,08
3º	A ₂	6,83	***	***	***	***	***	***	A ₅	6,24	A ₇	5,34	A ₂	13,89	A ₂	15,93	A ₂	13,00	A ₂	14,66
4º	A ₅	2,15	***	***	***	***	***	***	A ₁₂	3,47	***	***	A ₅	5,31	A ₅	5,06	A ₅	5,00	A ₅	4,35
5º	A ₁₂	1,45	***	***	***	***	***	***	A ₈	3,35	***	***	A ₇	2,66	A ₁₀	1,93	A ₈	2,63	A ₈	2,26
6º	***	***	***	***	***	***	***	***	A ₂	3,01	***	***	A ₈	1,23	A ₇	1,91	A ₁₁	2,06	A ₁₂	2,16
7º	***	***	***	***	***	***	***	***	A ₁₁	2,94	***	***	A ₁₁	0,98	***	***	A ₃	1,86	A ₃	1,96
8º	***	***	***	***	***	***	***	***	A ₄	1,38	***	***	A ₆	0,54	***	***	A ₁₂	1,61	A ₁₁	1,56
9º	***	***	***	***	***	***	***	***	A ₃	0,71	***	***	A ₃	0,50	***	***	A ₄	1,56	A ₄	0,84
10º	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	A ₇	0,67	A ₇	0,34

Notas: Partes do inseto: A (pronoto e escutelo de inseto copulando); B: segmento terminal do abdome de inseto copulando; (C) glândula metatorácica de inseto copulando; D: corpo todo de inseto copulando; E: corpo todo de inseto cortejando (macho) e sendo cortejada (fêmea). V (variáveis): A₁ ((E)-2-Hexenal), A₂ ((E)-4-(*oxo*)-2-Hexenal), A₃ ((E)-2-Octenal), A₄ (Undecano), A₅ (Dodecano), A₆: ((E)-2-Decenal), A₇ (1-Trideceno), A₈ (Desconhecido), A₉ (Tridecano), A₁₀ (Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien1-ol), A₁₁ (Tetradecano) e A₁₂ (Tetradecanal).

Fonte: Elaborada pela autora.

O composto químico que obteve a terceira colocação na distribuição decrescentes das porcentagens, em extratos de macho e fêmea contendo o corpo todo do inseto, durante a corte e cópula, bem como no pronoto e escutelo de machos foi o (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal. Entretanto, o mesmo possuiu a sexta colocação nos extratos obtidos de glândula metatorácica. Esse aldeído estava ausente, nos demais extratos.

O Dodecano foi o composto químico que obteve a terceira colocação na distribuição das porcentagens em extratos de macho contendo glândula metatorácica e quarta colocação em extratos de macho e fêmea contendo o corpo todo do inseto, durante a corte e cópula, além de extratos de macho elaborado a partir do pronoto e escutelo. Contudo, esse hidrocarboneto não foi detectado nos outros extratos.

A quinta colocação foi representada pelo composto químico não identificado (Desconhecido), o qual estava presente em extratos de macho contendo glândula metatorácica e em extratos de macho e fêmea elaborados a partir do corpo todo do inseto durante a corte. Tal composto obteve a sexta colocação em extratos de macho obtidos do corpo todo do inseto, após 30 min de cópula. Porém, não foi encontrado em extratos de machos e fêmeas que continham pronoto/escutelo e segmentos terminais de abdome, assim como em extratos de fêmea contendo glândula metatorácica e o corpo todo, após 30 min de cópula.

As posições (6^a-10^a), em ordem decrescente de classificação, da distribuição das porcentagens das médias das concentrações dos compostos químicos orgânicos em cada parte do inseto de acordo com o gênero foram marcadas por componentes minoritários, com concentrações abaixo de 3%.

Apesar da distribuição das concentrações serem altas (90,86 e 87,22), em machos e fêmeas, nos segmentos terminais do abdome de *P. torridus*, onde se encontram nessa região estruturas relacionadas com sua reprodução, apenas estavam presentes os compostos (*E*)-2-Hexenal e Tridecano, com concentrações abaixo de 300 e 60ppm, respectivamente. Sugerindo que as glândulas anexas (machos) e coletóricas (fêmeas) presentes nos segmentos terminais do abdome não

secretam feromônios sexuais, fato esse já esperado, uma vez que na literatura essas glândulas, em baratas, são responsáveis pelo fornecimento de material para formação da ooteca e em outros insetos secretam substâncias que servem para unir os ovos para o substrato sobre o qual são colocados (GALLO et al., 2002). Na espécie *P. torridus* pode também ser responsável pela secreção que une os ovos.

Antes do acasalamento e da transferência de esperma os insetos tem que se atraírem, momento esse definido como corte, sendo nesse período que são liberados os feromônios sexuais, os quais correspondem a misturas multicomponentes glandulares que podem ser produzidos por ambos os gêneros, por isso a importância de desvendar as secreções glandulares envolvidas no contexto reprodutivo (AYASSE et al., 2001).

Na corte foram detectados dez compostos químicos em machos e fêmeas de *P. torridus*, dos quais três em altas concentrações: (*E*)-2-Hexenal (máxima de 25.605 ppm, nos machos e 43.718 ppm, nas fêmeas), Tridecano (máxima de 22.861 ppm, nos machos e 27.351, nas fêmeas) e (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal (máxima de 3.477 ppm, nos machos e 5.199 ppm, nas fêmeas). Os sete restantes possuíram concentrações abaixo de 417 ppm. Não foram encontrados, nos extratos elaborados durante a corte, os compostos (*E*)-2-Decenal e Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol. Entretanto, o primeiro composto estava presente no extrato de um macho e o segundo no extrato de uma fêmea, ambos durante a cópula em baixas concentrações. Como esses dois últimos compostos também não foram encontrados em glândulas metatorácica de machos e fêmeas subentende-se que tais moléculas não se tratam de feromônios de alarme de *P. torridus*.

Como durante a corte as concentrações de (*E*)-2-Hexenal, Tridecano, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal e Dodecano, em machos e fêmeas destacaram-se dos demais tratamentos, acredita-se que essa composição, apesar de também ser encontrada nas glândulas metatorácicas (produtora de feromônios de alarme), é atrativa, em altas concentrações, levando a crer que apesar de serem compostos defensivos de várias espécies de percevejos, inclusive do *Pachycoris stali* (Uhler, 1863) (Hemiptera: Scutelleridae) (mesmo gênero da espécie em estudo) estão envolvidos no comportamento sexual de *P. torridus*.

A cópula foi marcada por um número menor de compostos químicos em machos e fêmeas, bem como por concentrações inferiores dos compostos químicos majoritários, quando comparados com extratos de machos e fêmeas obtidos durante a corte e glândula metatorácica de macho. Os compostos químicos majoritários foram os mesmos identificados no comportamento de corte, porém em concentrações mais baixas: Tridecano (máxima de 8.921 ppm, nos machos e 3.074, nas fêmeas), (*E*)-2-Hexenal (máxima de 7.497 ppm, nos machos e 4.740 ppm, nas fêmeas) e (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal (máxima de 2.321 ppm), nos machos e 836 ppm, nas fêmeas). Ou seja, o composto mais concentrado nos machos, foi o tridecano e o segundo foi o (*E*)-2-Hexenal. Enquanto que, na fêmea foi o contrário, assim como machos e fêmeas no comportamento de corte.

Ainda sobre a cópula, os compostos químicos Undecano e Tetradecanal não foram detectados em machos e fêmeas durante esse comportamento, mas estavam presentes em extratos elaborados durante a corte, tanto em machos quanto em fêmeas. Nas fêmeas, durante a cópula, também não foram encontrados os compostos (*E*)-2-Octenal, Desconhecido e Tetradecano, os quais estavam presentes nos extratos de machos e fêmeas obtidos durante a corte. O (*E*)-2-Decenal foi identificado apenas em macho durante a cópula.

Nos machos (responsáveis em cortejar as fêmeas) foram encontrados mais compostos químicos e em maiores concentrações em suas glândulas metatorácicas, em relação às fêmeas: Tridecano (máxima de 18.278 ppm), (*E*)-2-Hexenal (máxima de 11.328 ppm), Dodecano (máxima de 3.452 ppm), (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal (máxima de 307 ppm), tais compostos possuíram as quatro maiores concentrações, nos machos. Já as glândulas metatorácicas das fêmeas estavam composta, apenas por vestígios de três componentes químicos, a saber: (*E*)-2-Hexenal (máxima de 155 ppm), Tridecano (máxima de 142 ppm) e 1-Trideceno (máxima de 31 ppm). Acredita-se que durante a corte na etapa 8 (sequenciamento do comportamento de cópula), a fêmea libera feromônios de alarme durante a perseguição realizada pelo macho, por isso seu reservatório encontra-se vazio.

As concentrações dos compostos químicos cuticulares dos insetos devem variar de acordo com o comportamento de corte e cópula, tanto em machos quanto

em fêmeas. De acordo com Aldrich (1995), os machos de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) são os responsáveis pela produção do feromônio sexual por meio da glândula abdominal dorsal (GAD) que atraem as fêmeas a longa distância.

A análise de dados de extratos de *P. stallii* (adultos), percevejo do mesmo gênero da praga pesquisada no presente trabalho, realizada por Williams, Evans e Bowers (2001), indicou que glândulas dorsais abdominais desses percevejos só produzem quantidades vestigiais de compostos voláteis. Estes resultados diferem dos encontrados no presente estudo, isto porque foi possível obter concentrações superiores de voláteis por meio de glândulas abdominais dorsais imergindo o corpo do inseto no solvente extrator. Entretanto, o solvente utilizado, nessa análise, foi o Hexano (diferente do utilizado no outro experimento que foi o acetato de etila). Outra diferença foi o tempo de extração, que na pesquisa com *P. stallii* foi de 3 minutos e nessa pesquisa com *P. torridus* foi de 10 minutos. Porém achados de outra análise (ainda não publicada pelos autores desse estudo) mostraram ser possível, também, detectar compostos voláteis cuticulares em 10 segundos de extração.

Trabalhos de outros grupos (ZARBIN et al., 2000; PAREJA et al., 2007; Fávaro, Santos e Zarbin (2012) anestesiaram previamente os percevejos para elaboração dos extratos, a fim de minimizar a liberação dos compostos de defesa. No entanto no presente trabalho, observou-se que a manipulação mesmo sendo cautelosa, no momento da anestesia, não impedia a liberação dos compostos de defesa, perceptível pelo odor característico que circundava o local da experimentação, além de substância líquida escura, algumas vezes, liberada pelo ânus e com mesmo odor, característico de percevejos (conteúdo da glândula metatorácica). Líquido semelhante foi descrito por Peredo et al. (2002) em *Pachycoris klugii* (Burmeister, 1835) (Hemiptera: Scutelleridae), quando perturbado.

Os componentes voláteis, de *P. stallii*, identificados por Williams, Evans e Bowers (2001), obtidos das secreções das glândulas abdominais dorsais (em ninfas do primeiro ao quarto instar) e metatorácicas (em adultos) foram semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Nas ninfas os componentes foram: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Tridecano, Tetradecanal e Dodecano, este último estava

presente, apenas, no segundo e quarto instar; nas fêmeas guardando ovos: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, Undecano, Dodecane, 1-Trideceno, Tridecano, Pentadecano e vestígios de Tetradecano; nas fêmeas sem postura: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Dodecane, 1-Trideceno, Tridecano e traços de Acetato de (*E*)-2-hexenila, Tetradecano, Pentadecano e nos machos: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, Dodecane, 1-Trideceno, Tridecano e Pentadecano. Os compostos majoritários das ninfas foram (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, seguido do Tridecano (primeiro e segundo instar) e Tetradecanal (terceiro e quarto instar), enquanto que nos adultos foi o Tridecano, seguido do (*E*)-2-Hexenal.

Cabe lembrar que, após a quinta ou última (ecdise) muda, quando o percevejo fica adulto que desaparecem as glândulas odoríferas abdominais dorsais (odor peculiar de percevejo) são substituídas pela glândula metatorácica (contém dois canais excretores cada um terminando na superfície do tegumento num orifício bem visível) (COSTA LIMA, 1940).

A glândula metatorácica é responsável em secretar substâncias de defesa (feromônios de alarme), sendo extraída de percevejos e analisada para este fim, em várias espécies de hemípteros, dentre as quais: *Leptocorisa oratorius* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Alydidae) (GUNAWARDENA; BANDUMATHIE, 1993), *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) LEAL et al., 1994), *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) (Hemiptera, Coreidae) (BLATT et al., 1998), *Cosmopepla bimaculata* (Thomas, 1865) (Hemiptera: Pentatomidae) (KRALL et al., 1999), *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). (Hemiptera: Pentatomidae) (composto principal) (ZARBIN et al., 2000; PAREJA et al., 2007), *Eocanthecona furcellata* (Wolff, 1811) (Hemiptera: Pentatomidae) (Ho et al., 2003), *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (MARQUES et al., 2007), *Chinavia impicticornis* (Stal, 1872) (Hemiptera: Pentatomidae), *Chinavia ubica* (Rolston, 1983) (Hemiptera: Pentatomidae), *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), *Agroecus griseus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (FÁVARO; SANTOS; ZARBIN, 2012).

Staddon (1979) revelou em microscopia óptica e eletrônica a presença de cutícula circundando os óstios das glândulas (metatorácicas e dorsais abdominais), presumiu-se que sua função fosse ajudar na manutenção e emissão da secreção. Em se tratando das fontes citológicas dos componentes produzidos nas glândulas metatorácicas, os achados indicam que os ésteres são sintetizados nos túbulos secretores, entretanto o perfume emitido geralmente é composto por alcanos e aldeídos, os quais se encontram no reservatório mediano da glândula metatorácica (GILBY; WATERHOUSE, 1967; ALDRICH et al., 1978; EVERTON et al., 1979), assim como é possível detectar pequenas quantidades de ésteres produzidos nos túbulos secretores nesta região (STADDON, 1979).

Os compostos feromonais de espécies pertencentes a ordens diferentes são bastante diversificados, ao contrário das espécies estreitamente relacionadas, que são compostas por perfis químicos semelhantes. Entretanto, essa semelhança não descarta a especificidade de cada espécie. Essa especificidade é crucial para reconhecimento da espécie no processo de acasalamento e socialização, podendo ser marcada pela diferença de hidrocarbonetos cuticulares (WEISS et al., 2015).

O composto químico (*E*)-2-Hexenal, obtido de glândulas dorsais (ninfas) e metatorácicas (adultos), estava presente nas secreções de ninfas, fêmeas guardando ovos, fêmeas sem postura e machos de *P. stallii* (WILLIAMS et al., 2001); nas ninfas, do percevejo *L. zonatus*, ao ser testado no campo provocou dispersão em 70% dos adultos desta espécie. Isto comprovou sua hipótese de que compostos de defesa, dessa espécie estudada, não eram específicos para os estádios de vida, de forma que adultos e ninfas possuíam diferentes sistemas de feromônios de alarme (LEAL et al., 1994). Esse mesmo composto também foi encontrado em ninfas da espécie do percevejo *L. occidentalis* (BLATT et al., 1998), adultos do *C. bimaculata* (KRALL et al., 1999) e *P. guildinii* (composto principal) (ZARBIN et al., 2000).

Dados extraídos do “Pherobase” (banco de dados de Ecologia Química, acessado no período de janeiro a março de 2015) mostram que o semioquímico (*E*)-2-Hexenal foi encontrado em 108 espécies de seres vivos, comportando-se como substância atrativa (19,35%), alomônio (comunicação entre espécies diferentes

favorecendo a espécie emissora) (40,86%), cairomônio (comunicação entre espécies diferentes favorecendo a espécie receptora) (8,06%), e feromônio (comunicação intraespecífica) (31,72%). A subordem Heteroptera foi a que mereceu um maior destaque, uma vez que correspondeu a 28,30% (15) das famílias que apresentaram este composto, em um montante de 90 espécies de percevejos, a qual representou 83,33% do montante.

Ninfas do percevejo verde, *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) a partir do segundo estágio possuíam na composição das secreções exócrinas o componente (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal (majoritário) (PAVIS et al., 1994). Esse aldeído foi o segundo composto majoritário do percevejo adulto *P. guildinii* (ZARBIN et al., 2000). Nas ninfas das espécies *C. impicticornis* e *C. ubica* esse composto era majoritário (PAREJA et al., 2007).

De acordo com o banco de dados de ecologia química “Pherobase” (acesso: janeiro a março de 2015) o aldeído (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal foi encontrado em 80 espécies de seres vivos. As atividades comportamentais que apresentaram maior porcentagem de espécies foram alomônio e feromônio, ambos com 39,00%. A subordem Heteroptera, representada pelos percevejos, apresentou 76,47% das famílias que continham a substância química em questão, sendo que 86,25% das espécies pertencem a essa subordem.

Os resultados de Williams, Evans e Bowers (2001) a partir da análise das glândulas metatorácicas de *P. stallii* conflitam com a tese de outros pesquisadores (GILBY; WATERHOUSE, 1967; ALDRICH et al., 1978; EVERTON et al., 1979), exibida acima (7º parágrafo da análise química). Tais pesquisadores sugerem que o Acetato de (*E*)-2-hexenila foi secretado em glândula acessória/reservatório mediano, em seguida foi convertido em (*E*)-2-hexenal, e possivelmente em (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, como noutros percevejos (STADDON, 1979). Os mesmos acreditam que antes da dissecação, durante a manipulação dos percevejos foi utilizado todo o Acetato de (*E*)-2-hexenila disponível para produzir o (*E*)-2-Hexenal, este composto foi encontrado nos dois reservatórios (lateral e mediano), sugerindo sua formação em ambos os locais.

O (*E*)-4-Oxo-hexenal não estava presente nos extratos da glândula metatorácica e dos segmentos terminais do abdome de insetos copulando. Os extratos dos segmentos terminais do abdome foram os únicos que não tiveram o Tridecano como composto principal, sendo o (*E*)-2-Hexenal o componente em maior concentração, mesmo assim a concentração de ambos os compostos foi baixa (traços).

Adultos machos e fêmeas do percevejo *P. stallii* secretam Tridecano (composto majoritário) (WILLIAMS et al., 2001), assim como o *C. bimaculata*, o qual corresponde 68% de sua composição feromonal (feromônio de alarme) (KRALL et al., 1999), o mesmo composto também foi identificado em ninfas e adultos de *N. viridula* (PAVIS et al., 1994).

Gilby e Waterhouse (1967) detectou Tridecano em túbulos secretores de *N. viridula*. Williams, Evans e Bowers (2001) identificaram Tridecano em extratos de machos de *P. stallii* em túbulos secretores e glândulas acessórias. Além disso, pesquisadores acreditam que o Tridecano possa atuar como um surfactante, redutor da evaporação ou contribui na penetração de aldeídos tóxicos através de cutícula de um agressor (STADDON, 1979; GUNAWARDENA; HERATH, 1991).

Para o banco de dados de ecologia química “Pherobase” (acesso: janeiro a março de 2015) o hidrocarboneto Tridecano foi identificado em 237 espécies de seres vivos, sendo 22,78% espécies de percevejos. O feromônio foi o comportamento que mais se destacou entre as atividades identificadas, seguida do alomônio (28,69%) e substância atrativa (2,11%).

Mais de 100 extratos foram elaborados no Laboratório de Pesquisa de Recursos Naturais (LPqRN /UFAL) e no Laboratório de semioquímicos/UFPR, por meio de aeração, por esse mesmo grupo de pesquisa, na tentativa, sem sucesso, da busca do(s) feromônio(s) sexual (s), sendo encontrado em todos os extratos o composto majoritário Tridecano.

A composição feromonal defensiva do percevejo da espécie *Leptocorisa oratorius* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Alydidae), continha dois componentes

principais. No entanto, um deles estava presente em maior concentração, o (*E*)-2-Octenal (76%) (GUNAWARDENA; BANDUMATHIE, 1993). Esse mesmo aldeído foi um dos compostos minoritários do percevejo adulto *P. guildinii* (ZARBIN et al., 2000).

O Undecano foi registrado em adultos das espécies *C. bimaculata* (KRALL et al., 1999), *P. guildinii* (ZARBIN et al., 2000) e em fêmeas guardando ovos de *P. stallii* (WILLIAMS et al., 2001).

O Dodecano foi identificado em adultos e ninfas da espécie *N. viridula* (PAVES et al., 1994), em *C. bimaculata* (adultos) (KRALL et al., 1999), *P. guildinii* (adultos) (ZARBIN et al., 2000) e *P. stallii* (WILLIAMS et al., 2001), neste último também foi encontrado em ninfas de 2º e 4º instar, bem como em fêmeas guardando ovos.

O (*E*)-Decenal (12%) estava presente em adultos da espécie *C. bimaculata* (KRALL et al., 1999), em ninfas e adultos das espécies *Loxa deducta* (Walker, 1867) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Pellaea stictica* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (FÁVARO; ZARBIN, 2012).

O 1-Trideceno estava presente em adultos das espécies *C. bimaculata* (KRALL et al., 1999), *P. guildinii* (ZARBIN et al., 2000) e em fêmeas guardando ovos, fêmeas sem postura e machos de *P. stallii* (WILLIAMS et al., 2001).

O Tetradecano foi identificado em ninfas e adultos de *N. viridula* (PAVES et al., 1994), em adultos da espécie *C. bimaculata* (Hemiptera: Pentatomidae) (KRALL et al., 1999) e em fêmeas, de *P. stallii*, sem postura e guardando ovos (WILLIAMS et al., 2001).

O Tetradecanal foi identificado em secreções de estádios iniciais de *P. stallii*, sendo composto majoritário nas ninfas de 3º e 4º instar (WILLIAMS et al., 2001). Esse aldeído parece ser o composto predominante de ninfas em *D. melacanthus*, *E. heros* e *P. guildinii* (PAREJA et al., 2007).

Enfim, os compostos minoritários Undecano e Tetradecanal estavam presentes nos machos durante a corte e na glândula metatorácica, porém estavam ausentes na cópula. No entanto, o composto (*E*)-2-Decenal, encontrado nos machos e o Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien-1-ol, nas fêmeas foram compostos específicos da

cópula, não fazendo parte do conteúdo das glândulas metatorácicas. Acredita-se que machos e fêmeas liberam conteúdo da glândula metatorácica durante a corte e cópula chegando a esvaziar seu reservatório. Nas fêmeas o consumo é maior, pois estas liberam todo conteúdo de (*E*)-2-Octenal, Undecano, Tetradecano e Tetradecanal quando são cortejadas. Os compostos (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal e Dodecano são emitidos durante a corte e cópula até esvaziar o reservatório das glândulas metatorácicas. O composto 1-Trideceno, nas fêmeas, encontra-se nas glândulas metatorácicas juntamente com os compostos majoritários ((*E*)-2-Hexenal e Tridecano).

7.6 Conclusão

No presente estudo, foi comprovada a relação química existente entre o comportamento reprodutivo e a emissão de compostos voláteis a curta distância. Os compostos identificados nas fêmeas diferiram dos identificados nos machos durante a corte e cópula. As fêmeas durante a corte liberam feromônios de alarme ((*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, Desconhecido, Tetradecano e Tetradecanal) durante a perseguição realizada pelo macho, a ponto de esvaziar seu reservatório. Parte dos compostos voláteis Undecano e Tetradecanal, conteúdo das glândulas metatorácicas, foram emitidos por machos durante a corte, mas foram poupados na cópula. O composto (*E*)-2-Decenal, encontrado nos machos e o Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, nas fêmeas foram compostos específicos da cópula, não fazendo parte do conteúdo das glândulas metatorácicas. Machos e fêmeas liberam conteúdo da glândula metatorácica durante a corte e cópula para atrair o sexo oposto, de modo que as glândulas metatorácicas apresentaram dupla atividade comportamental (alarme e atratividade a curta distância) em concentrações diferentes. *Pachycoris torridus* não secreta feromônio sexual a longa distância.

7.7 Referências

- ACHTEN, W. M. J. et al. Jatropha bio-diesel production and use. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 12, p. 1063–1084, 2008.
- ALDRICH, J. R. et al. Pentatomid natural products: Chemistry and morphology of the III–IV dorsal abdominal glands of adults **Journal of Chemical Ecology**, vol. 4, p. 161–172, 1978.
- ALDRICH, J.R.. Chemical communication in the true bugs and parasitoid exploitation. p. 318-363. In: R. T. Cardé & W. J. Bell (eds.) **Chemical Ecology of insects**. New York. Chapman & Hall, 1995, 433 p.
- AMERICA, C. Jatropha cultivation. **Jatropha: a smallholder bioenergy crop**. [S.l.: s.n.] 2007. v. 8, p. 27–40.
- AYASSE, M.; PAXTON, R.; TENGÖ, J. Mating behavior and chemical communication in the Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 46, p. 31-78, 2001.
- BHATT, M. H, et al. Acute and reversible parkinsonism due to organophosphate pesticide intoxication. **Neurology**, vol. 52, p. 1.467, 1999.
- COSTA LIMA, A. C. **Insetos do Brasil**, 2o tomo, capítulo 22, Hemípteros. Série Didática Núm. 3. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1940, 351p.
- DRUMMOND, O.A.; PURCINO, A.A.C.; CUNHA, L.H.S.; VELOSO, J.M. **Cultura do pinhão manso**. Belo Horizonte: Epamig, 1984. 99p.
- EVERTON, I. J.; KNIGHT, D. W.; STADDON, B. W. Linalool from the metathoracic scent gland of the cotton stainer *Dysdercus intermedius* Distant (Heteroptera: Pyrrhocoridae). **Comp. Biochem. Journal of Comparative Physiology B**, vol. 63, p. 157–161, 1979.
- FÁVARO, C. F.; ZARBIN, P. H. G. Identificação dos compostos defensivos encontrados nas glândulas metatorácica e abdominais dorsais dos percevejos *Loxa deducta* e *Pellaea stictica* (Heteroptera: Pentatomidae). **Química Nova**, v. 35, n. 8, p. 1582–1586, 2012.
- FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar: sistema de análise de variância**. Versão 4,6 (Build 6,0), Lavras, DEX/UFLA, 2003.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. Ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.
- GALLO, D. e AL, E. **Entomologia Agrícola**. Volume 10. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 920

GILBY, A. R.; WATERHOUSE, D. F. Secretions from the lateral scent glands of the green vegetable bug, *Nezara viridula*. **Nature**, n. 216, p.90–91, 1967.

GUNAWARDENA, N. E.; BANDUMATHIE, M. K. Defensive secretion of rice bug, *Leptocorisa oratorius* Fabricius (Hemiptera : Coreidae): a unique chemical combination and its toxic, repellent, and alarm properties. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 4, p. 851–861, 1993.

GUNAWARDENA, N. E.; HERATH, H. M. W. K. B. Significance of medium chain n-alkanes as accompanying compounds in hemipteran defensive secretions: an investigation based on the defensive secretion of *Cordius janus*. **Journal of Chemical Ecology**, vol. 17, p.2449, 1991.

KRALL, B. S. et al. CHEMICAL DEFENSE IN THE STINK BUG *Cosmopepla bimaculata*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 11, p. 2477–2494, 1999.

LEAL, W. S.; PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C. Alarm pheromone system of leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera : Coreidae). **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, n. 5, p. 1209–1216, 1994.

MARQUES, F. A. et al. Identification of Defensive Compounds in Metathoracic Glands of Adults of the Stink Bug *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 6, p. 1242–1246, 2007.

MCNEIL, J. N. Behavioral ecology of pheromone-mediated communication in moths and its importance in the use of pheromone traps. **Annual Review of Entomology**, v.36, p.407-430, 1991.

MENDONÇA, F. A. C.; BARRETO, M. R.; ASSIS, S. Comportamento de Corte e Cópula do Predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera : Pentatomidae) em Laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 1, p. 209–212, 1997.

PAREJA, M. et al. Inter- and intraspecific variation in defensive compounds produced by five neotropical stink bug species (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of insect physiology**, v. 53, n. 7, p. 639–48, 2007.

PAVIS, C. et al. Dorsal abdominal glands in nymphs of southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera : Pentatomidae): chemistry of secretions of five instars and role of (E) -4-oxo-2-decenal , compound specific to first instars. **Journal of Chemical Ecology**, n. 9, p. 2213–2227, 1994.

PEREDO, L. C. Description, Biology, and Maternal Care of *Pachycoris Klugii* (Heteroptera: Scutelleridae). **Florida Entomologist**, v. 85, n. 3, p. 464–473, 2002.

PHEROBASE, 2015. <<http://www.pherobase.com/database/compound/compounds-index.ph>> Disponível em: 07 de abril de 2015. Acesso em: 07 de abril de 2015.

RODRIGUES, S. R. et al. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoris torridus* em pinhão – manso. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 356–360, 2011.

SCHOWALTER, T. D. **Insect ecology: an ecosystem approach**. San Diego, California, USA: Elsevier, 2006, 471 p.

STADDON, B. W. The scent glands of Heteroptera. **Advances in Insect Physiology**, Vol. 14, p. 351–418, 1979

SUCKLING, D. M. Issues affecting the use of Pheromones and Other Semiochemicals in orchards. **Crop protection**, v.19, p.677-683, 2000.

TREMATERRA, P. Pheromones and Integrated Pest Management in stored products. **International Organisation for Biological and Integrated Control Bulletin**, v.25, n.3, p.9-14, 2002.

WEISS, I. et al. Varying importance of cuticular hydrocarbons and iridoids in the species-specific mate recognition pheromones of three closely related Leptopilina species. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 3, 2015.

WILLIAMS, L.; EVANS, P. E.; BOWERS, W. S. Defensive chemistry of an aposematic bug, *Pachycoris stallii* Uhler and volatile compounds of its host plant *Croton californicus* Muell.-Arg. **Journal of chemical ecology**, v. 27, n. 2, p. 203–16, 2001.

ZARBIN, P. H. G. et al. Alarm Pheromone System of Stink Bug *Piezodorus guildinii* (Heteroptera : Pentatomidae). **Journal of Chemical Ecology**, v. 11, n. 4, p. 424–428, 2000.

8. NOVOS PADRÕES CROMÁTICOS DE *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) E SUA RELAÇÃO COM OS COMPOSTOS ORGÂNICOS CUTICULARES

8.1 Resumo

A cutícula e a epiderme de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) podem dispor de pigmentação. Na face dorsal, as diferenças fenotípicas (número, formato e coloração das máculas) são variadas e o padrão cromático básico é descrito de acordo com essas diferenças. Durante o comportamento de corte da espécie, em estudo, observou-se que, apenas, duas fêmeas com padrões cromáticos diferentes (dorso e máculas com duas cores) dos demais exemplares, não foram cortejadas por machos, por isso surgiu o interesse em identificar os compostos cuticulares dessas fêmeas que não copularam e compará-los com os compostos de fêmeas que possuíam coloração padrão. O presente trabalho visa descrever novos padrões cromáticos e relacioná-los com as concentrações de compostos orgânicos cuticulares presentes em *P. torridus*. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Química de Produtos Naturais da Universidade Federal de Alagoas, no período de agosto de 2013 a agosto de 2014. Os insetos foram fotografados e todas as diferenças na face dorsal, registradas. Realizou-se análise química por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas em dois grupos de fêmeas com mesma idade: Grupo 1 – Novos Padrões Cromáticos, composto por dois exemplares e Grupo 2 - Padrões Cromáticos Básicos, constituídos por três amostras. Os extratos foram obtidos da imersão da fêmea em Hexano bidestilado. Foram identificados 30 novos padrões cromáticos. Os componentes químicos identificados na cutícula de *P. torridus* foram: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, 1-Trideceno, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien-1-ol, Tetradecano e Tetradecanal. A rejeição dos machos as fêmeas com novos padrões cromáticos foi ocasionada pela presença do composto químico 1-Trideceno, bem como pelo aumento na concentração do composto (*E*)-2-Octenal. Para diferenciar dos padrões já conhecidos, os 30 novos padrões cromáticos podem ser incluídos nos registros da literatura, a partir do nº 28 até 57.

Palavras-chave: Percevejo do pinhão-manso; Polimorfismo; Cutícula; Espectrometria de massa; Hidrocarbonetos.

8.2 Abstract

The cuticle and the epidermis of *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) may have pigmentation. On the back side, the phenotypic differences (number, shape and color of the stains) are varied and the basic chromatic pattern is described according to these differences. During the courtship behavior of the species in study, only two females were observed with different color patterns (back and stains with two colors) from the others, because they were not courted by males, therefore the interest in identifying the cuticular compounds of these females that had not copulated and compare them with compounds with females that had standard coloring. This study has as objective to describe new coloring patterns and relate them to the cuticular concentrations of organic compounds present in *P. torridus*. The survey was conducted in the Natural Products Chemistry Laboratory of the Federal University of Alagoas, from August 2013 to August 2014. The insects were photographed and all differences in the back side registered. The chemical analysis was analyzed by gas chromatography coupled to a mass spectrometry in two groups of females with equal age: Group 1 - Chromatic New Standards, composed of two copies and Group 2 - Basic color patterns consisting of three samples. The extracts were obtained from the immersion of the female in hexane bidestilado. Thirty new coloring patterns were identified. The chemical components identified in the cuticle of *P. torridus* were: (*E*)-2-hexenal (*E*)-4-(*oxo*)-2-hexenal, (*E*)-2-hexenil acetate, (*E*)-2-octenal, undecane, dodecane, 1-tridecene, tridecane, (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol acetate, tetradecane and tetradecanal. The rejection of males the females with new coloring patterns was caused by the presence of the chemical compound 1-Tridecene, as well as by the increasing in the concentration of the (*E*)-2-Octenal compound. The 30 new coloring patterns can be included in literature records, from the number 28 to 57 to differentiate the patterns already known.

Keywords: Bug of the *Jatropha*; Polymorphism; Cuticle; Mass spectrometry; Hydrocarbons.

8.3 Introdução

A espécie *Jatropha curcas* (Linnaeus) (Euphorbiaceae) é uma planta perene e de fácil cultivo, sendo cultivada na China, Índia, Filipinas, Malásia, Nicarágua, Honduras e no Brasil, por seu alto conteúdo de óleo e baixo custo de produção. É uma espécie altamente promissora como fonte energética renovável sob o ponto de vista econômico e social. Desenvolve-se em pequenas propriedades, com a mão-de-obra familiar disponível, por isso tem despertado muito interesse a nível internacional e no Brasil (SATURNINO et al., 2005).

Segundo Albuquerque e colaboradores (2008) são necessárias mais investigações sobre a resistência a pragas e doenças em *J. curcas*, pois há contradições nos estudos. Nessa cultura já foi constatada a ocorrência de outras pragas, além do *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae), como: cigarrinha-verde (*Empoasca* sp (Hemiptera: Cicadellidae), ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae), ácaro vermelho *Tetranychus* sp (Thysanoptera: Thripidae) (SATURNINO et al., 2005).

Pachycoris torridus, é o único representante da família Scutelleridae de impacto agrícola no Brasil (MONTE, 1937; GALLO et al., 2002). Possui potencialidades para ser praga-chave de *Jatropha curcas* (BROGLIO-MICHELETTI, 2010), pois a herbivoria por este inseto-praga está associada à diminuição da produtividade de plantas hospedeiras, por isso o controle deve ser aplicado logo após a ocorrência da praga na cultura para se evitar a disseminação para outros cultivos (SANTOS et al., 2005; GABRIEL; FRANCO, 2012; BORGES FILHO et al., 2013). Gabriel e Franco (2012) afirmam que o percevejo *P. torridus* é longevo (amplitude em machos de 252-379 dias e 60-595 dias, em fêmeas), apresentam tamanho de prole considerável (59,2±3,88 de ovos viáveis) e características que lhes conferem condição de se tornar uma séria praga para o cultivo do pinhão-manso.

Em cinco ocasiões diferentes, desde 1937, foram registrados novos padrões cromáticos de *P. torridus*, totalizando 27 variações (MONTE, 1937; SÁNCHEZ-SOTO; MILANO; NAKANO, 2004; SANTOS et al., 2005; PIKART et al., 2011 e SOUZA et al., 2012). Em 1940, Costa Lima, justificou a importância de se registrar estas variações para evitar erros na catalogação de novas espécies.

O número total de máculas do percevejo da espécie *P. torridus* com polimorfismo básico é 22 (8 no pronoto e 14 no escutelo) e a coloração possui tonalidades de amarelo e vermelho, presentes nas estruturas anatômicas do pronoto e escutelo. O colorido do dorso pode se apresentar nas cores preto e vinaceo escuro (MONTE, 1937).

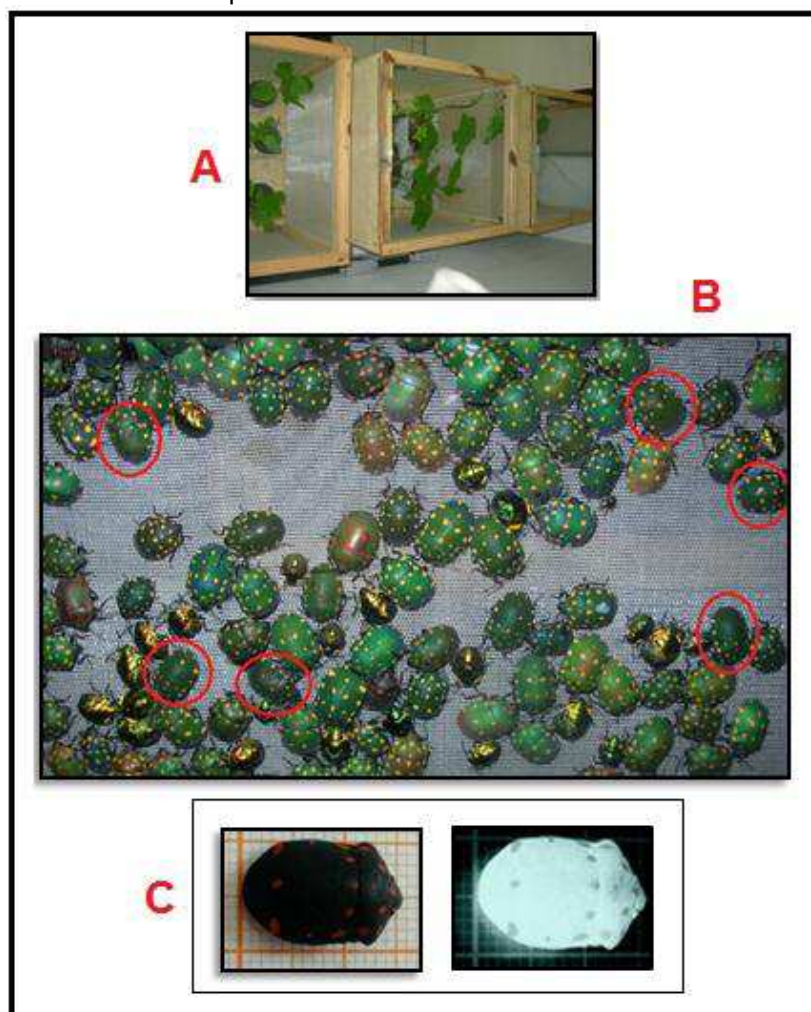
Como o padrão das máculas e cores do corpo de *P. torridus* são bem variados (MONTE, 1937, GALLO et al., 1988), essa espécie foi descrita oito vezes como nova (COSTA LIMA, 1940), além de que as espécies do gênero *Pachycoris* são muito semelhantes (GABRIEL; FRANCO, 2012). As similaridades entre algumas espécies têm conduzido a erros, dentre os quais a identificação errônea da espécie *Pachycoris klugii* (Burmeister, 1835) (Hemiptera: Scutelleridae), comum no México e América Central, o qual foi registrado como sendo o *P. torridus*, pois, assim como esse, possui coloração aposemática, apresentando-se em verde metálico brilhante com máculas amarelas, laranjas, ou vermelhas (PEREDO, 2002). O ciclo de vida de ambos os percevejos também são parecidos (GRIMM; FUHRER, 1998).

Mediante a grande variação registrada no polimorfismo dessa praga e o interesse em agregar uma análise química após ter observado que duas fêmeas com novos padrões cromáticos diferentes não foram atraídas por machos durante a corte, o objetivo deste trabalho foi apresentar novos padrões cromáticos e relacionar as concentrações de compostos orgânicos cuticulares de *P. torridus* dessas duas fêmeas com outras que foram normalmente atraídas por machos, as quais apresentavam polimorfismo básico.

8.4 Material e métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Pesquisa de Recursos Naturais (LPqRN) do Instituto de Química e Biotecnologia (IQB) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), com temperatura (25°C) e Umidade Relativa (70%) controladas, no município de Maceió, Alagoas, no período de julho de 2013 a setembro de 2014. Parte dos percevejos foi proveniente da terceira geração de coletas realizadas em abril de 2011, na plantação de *Jatropha curcas* do Centro de Ciências Agrárias (CECA/UFAL), no município de Rio Largo – AL e outra de coletas realizadas durante a realização desse experimento, os quais foram mantidos no LPqRN e criados (n=1.378) em gaiolas de madeira (Figura 25(A)) com tela antiafídica, sendo 129 selecionados (Figura 25(B)) na arena de criação por apresentarem aparentemente diferenças nos padrões cromáticos, após o óbito foram submetidos a sexagem e fotografados (Figura 25(C)). As imagens foram obtidas por meio do aplicativo Photo Booth, nas funções normal e Raio X, do equipamento eletrônico iPad 64GB, Tela Retina 9.7, Câmera 5 megapixels e através do microscópio eletrônico (USB Digital Microscope, V3.0, 20x-800x). Foram registradas todas as diferenças referentes ao colorido da região dorsal e das máculas, bem como sua quantidade no pronoto e escutelo do padrão básico. Os padrões observados foram comparados com os 27 padrões cromáticos já registrados na literatura.

Figura 25 - Criação de percevejos da espécie *P. torridus*, no insetário do LPpRN/UFAL.



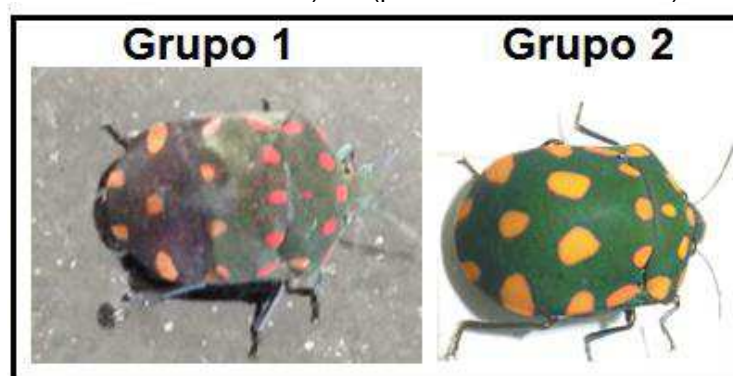
Legenda: (A) Arena de madeira (60x60cm); (B) Seleção dos percevejos com padrões cromáticos diferenciados (circulados em vermelho); (C) Percevejo com padrão cromático diferenciado. Lado direito foto normal e lado esquerdo função Raio X.

Fonte: Elaborada pela autora.

No presente estudo, as cores do dorso de *Pachycoris torridus*, bem como de suas máculas foram descritas de acordo com três sistemas de cores: Munsell, RAL e Pantone. O Sistema de ordenamento de Cores Munsell se tornou uma parte universal do léxico da ciência do solo (LANDA, 2004). O Sistema de Cores RAL foi desenvolvido para padronizar a descrição de cores na indústria (RAL, 2015), enquanto que o Sistema de Cores PANTONE surgiu para resolver problemas associados com a produção precisa de combinações de cores na comunidade de artes gráficas devido à interpretação individual do espectro de cores (PANTONE, 2015).

Em sequência a análise de diferenciação dos padrões cromáticos e definição das cores a partir dos sistemas de cores descritos acima, sucedeu-se a avaliação química, por meio de cromatografia gasosa (GC) com detector por ionização em chama (DIC) e cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (Figura 26), onde duas fêmeas (n^o 28 e 29) (Grupo 1), com padrões cromáticos bastante diferenciados dos demais (novos padrões cromáticos), foram investigadas e comparadas com outras três fêmeas (Grupo 2), que possuíam padrões cromáticos básicos.

Figura 26 – Padrões cromáticos: grupo 1 (novos padrões cromáticos) e 2 (padrão cromático básico).



Fonte: Elaborada pela autora

8.4.1 Preparação dos extratos

Os extratos contendo os constituintes químicos presentes na cutícula da fêmea foram obtidos a partir da imersão, sem anestesia, do corpo todo do inseto, durante 10 minutos, em 2 mL de Hexano grau HPLC bidestilado, sendo elaborados 2 extratos do Grupo 1 (novos padrões cromáticos) e 3 do Grupo 2 (padrões cromáticos básicos), cada qual continha um indivíduo, totalizando cinco fêmeas, que se encontravam em arena descartável (BugDorm-43030 Insect Cage - BD43030) (Figura 27) localizada no campo, junta com outras fêmeas da mesma idade, em condições semelhantes ao habitat natural. Logo após os extratos foram acondicionados em vials de 2 mL, em freezer (-20°C) para posterior análise química.

Figura 27 - Arenas descartáveis, modelo BugDorm-43030 Insect Cage - BD43030. Criação localizada no campo para realização dos ensaios. Teladas com cinco mudas trocadas uma vez ao mês, com capacidade máxima para 25 insetos.



Fonte: Elaborada pela autora.

8.4.2 Análise química dos extratos

8.4.2.1 Cromatografia gasosa (CG) com detector por ionização em chama (DIC)

Alíquotas de 1µL dos extratos (n=5) foram analisadas em cromatógrafo a gás (CG), modelo Shimadzu QP-2010, equipado com detector por ionização em chama (DIC), contendo coluna capilar RTX-1 (0,25mm x 30m). O CG foi operado em modo *splitless* (250°C), com programação de temperatura de 50°C por 1 min, aumentando 7°C/min até 250°C e permanecendo nesta temperatura por 10 min. Nitrogênio foi usado como gás de arraste, com fluxo de 1 mL/min. O índice de retenção de *Kovats* foi calculado utilizando-se padrões de hidrocarbonetos (C7 – C30). A quantificação foi realizada a partir da coinjeção de 1µL de 2-Nonadecanona (padrão interno) na concentração de 150 ppm com 1µL do extrato. Foram aplicadas as fórmulas abaixo, onde $C(X)$ é a concentração da amostra e $C(P)$ a concentração do padrão interno, $A(X)$ é a área da amostra e $A(P)$ a área do padrão interno.

$$\frac{C(X)}{C(P)} = \frac{A(X)}{A(P)}$$

$$C(X) = \frac{C(P) * A(X)}{A(P)}$$

8.4.2.2 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM)

Alíquotas de 1 µl dos extratos (n=5) foram analisadas em cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massas (CG-EM), modelo Shimadzu QP-2010 Ultra, com ionização por impacto de elétrons (70 eV) contendo coluna capilar RTX-1 (0,25mm x 60m). As condições de análises foram iguais às utilizadas nas análises de CG/FID, com exceção do modo que foi operado no *split* e a linha de transferência operou a 270°C.

8.4.3 Análise estatística

Na comparação das médias (expressas em porcentagens), do efeito de padrões cromáticos de *Pachycoris torridus*, em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos, foi aplicado o test T a 5% de probabilidade, segundo recomendação de Ferreira (2000). Os tratamentos foram representados pelos grupos: 1 (novos padrões cromáticos) e 2 (padrões cromáticos básicos). As variáveis corresponderam aos compostos químicos identificados nos extratos analisados: (*E*)-2-Hexenal; (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal; Acetato de (*E*)-2-hexenila; (*E*)-2-Octenal; Undecano; Dodecano; 1-Trideceno; Desconhecido; Tridecano; Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol; Tetradecano; Tetradecanal. O software utilizado foi Past VER. 2. 17c (PAST, 2015).

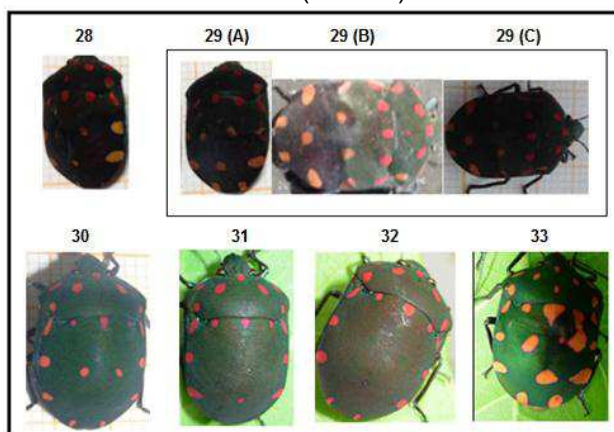
8.5 Resultados e discussão

8.5.1 Diferenças fenotípicas

No presente trabalho, foram encontrados 30 novos padrões cromáticos, em 129 exemplares com diferenças no polimorfismo básico de 1.378 analisados. As variações mais diferentes pertenceram às fêmeas de nº 28, 29 e 33, referentes ao colorido do corpo e das máculas, sendo as duas primeiras submetidas à análise química e comparadas (controle) com fêmeas de padrões cromáticos básicos.

Segue, abaixo, a descrição detalhada dos novos padrões cromáticos das seis fêmeas apresentadas na Figura 28 (1-6): **28** – Cor sépia (RAL 7023) (no pronoto até a mácula de nº 5 do escutelo), com máculas cor cereja (Munsell - 5R4/14) e cor preta no dorso (RAL 7006), região do escutelo (a partir da mácula de nº 6), com máculas âmbar (RAL 2011); **29(A)** – Com as mesmas características da fêmea de nº 28, com exceção dos tamanhos das máculas de nº 11, 13 e 14, que são maiores; **29(B) e 29(C)** – Mesmo inseto do 29(A), porém estava vivo e as imagens foram obtidas em locais diferentes; **30** – Cor verde escuro (RAL 6028), máculas cor cereja (Munsell - 5R4/14), no escutelo ausência da mácula de nº 11; **31** – Cor verde oliva escuro (RAL 6007), máculas cor cereja (RAL 4010), no escutelo ausência das máculas de nº 7, 8, 13 e 14; **32** – Cor sépia (RAL 6008), máculas cor cereja (RAL 3017), no pronoto ausência da mácula nº 5 e no escutelo manchas escuras no lugar das máculas de nº 7 e 8 e uma micro mancha na posição 11; **33** – Cor verde escuro (RAL 6002), com máculas cor cereja (Munsell – 2,5G4/6), no escutelo alteração no formato das máculas de nº 3, 4, 8, 11 e 12, as máculas de nº 4 e 8 se uniram. As imagens foram obtidas por meio do aplicativo Photo Booth, na função normal do equipamento eletrônico iPad 64GB, Tela Retina 9.7, Câmera 5 megapixels.

Figura 28 – Novos padrões cromáticos de *P. torridus* (fêmeas): nº. 28 a 33.

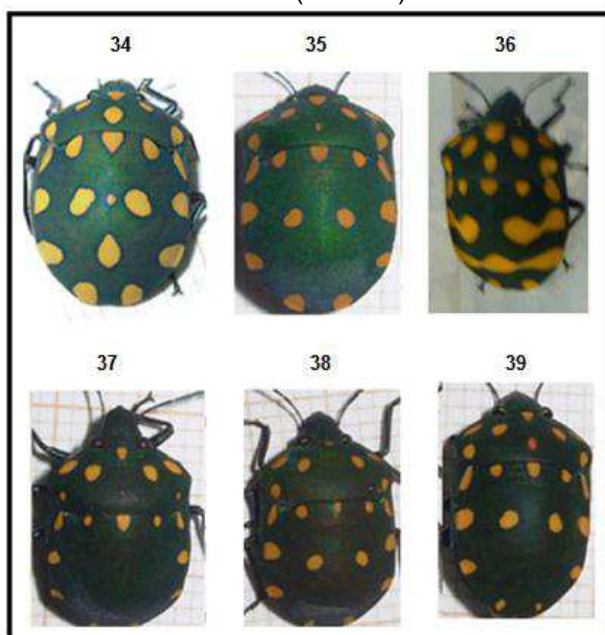


Fonte: Elaborada pela autora.

Os novos padrões cromáticos (34-39) descritos foram observados apenas em machos. A Figura 29 mostra imagens obtidas por meio do mesmo aplicativo e equipamento relatado no parágrafo anterior, sendo representadas em sequencia de

34 a 39: **34** – Cor verde escuro (RAL 6002), máculas cor âmbar (Munsell - 10YR7/6), no escutelo presença de uma mácula entre as máculas de nº 7 e 8; **35** – Cor verde escuro (RAL 6002), máculas amarelo queimado (Pantone – 131C), no escutelo ausência da mácula de nº 11; **36** - Cor preto esverdeado (Pantone – Black C), máculas cor âmbar (Munsell - 10YR6/12) nº 6 e 7 do escutelo, encontram-se unidas, bem como as de nº 8 e 9. As máculas de nº 10, 11 e 12 também se encontram unidas; **37** – Cor preto esverdeado (Pantone – Black C), máculas cor âmbar (Munsell - 10YR7/6), no pronoto ausência da mácula nº 5 e no escutelo ausência das máculas nº 7, 8 e 11; **38** – Cor verde oliva escuro (RAL 6007), máculas cor âmbar (Munsell - 10YR7/6), no pronoto ausência da mácula nº 5 e no escutelo ausência da mácula nº 11; **39** – Cor preto esverdeado (Pantone – Black C), máculas cor âmbar (Munsell - 10YR7/6), no escutelo ausência da mácula nº 11.

Figura 29 – Novos padrões cromáticos de *P. torridus* (machos): nº. 34 a 39.



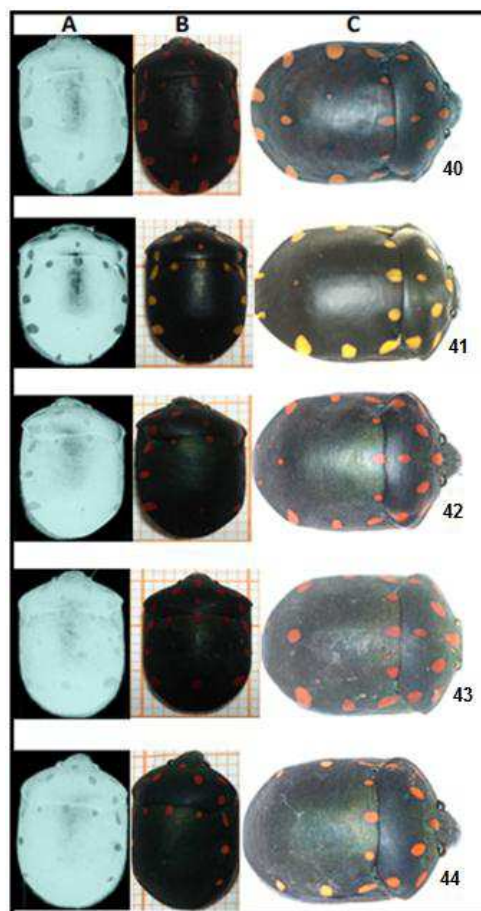
Fonte: Elaborada pela autora.

As próximas imagens dos novos padrões cromáticos estão apresentadas em sequência de 40 a 57 e apresentam letras A, B e C, as quais correspondem: A – Fotos obtidas por meio do aplicativo Photo Booth, na função Raio X do equipamento

eletrônico iPad 64GB, Tela Retina 9.7, Câmera 5 megapixels; B – Fotos obtidas com o mesmo aplicativo e equipamento eletrônico do item 1, na função normal; C – Imagens adquiridas através do microscópio eletrônico (USB Digital Microscope, V3.0, 20x-800x).

A Figura 30 apresenta a numeração de 40 a 44: **40** – Macho, cor fuligem com rajadas de rútilo (RAL 6012), máculas amarelo queimado (RAL 8023), no escutelo, as máculas de nº 2, 4 e 7 são micro, mas visíveis na função Raio X e no lugar da mácula de nº 8 tem uma mancha preta; **41** – Macho, cor preto opaco (RAL 5008), máculas cor âmbar (Munsell - 10YR7/6), no escutelo a mácula de nº 11 é micro, no entanto é visível na função Raio X e ausência das máculas de nº 7 e 8; **42** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas cor de tijolo refratário (RAL 3022), no escutelo as máculas de nº 2, 4, 11, 13 e 14 são micro, sendo todas perceptíveis na função Raio X e ausência das máculas de nº 7 e 8; **43** – Macho, cor fuligem rajada com oliva (RAL 7024), máculas cor de tijolo refratário (RAL 3022), no escutelo as máculas de nº 13 e 14 são micro, imperceptíveis na função Raio X e ausência das máculas de nº 7 e 8; **44** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas cor de cenoura (RAL 2011), no pronoto ausência da mácula de nº 5 e no escutelo ausência das máculas de nº 7, 8, 11, 13 e 14.

Figura 30 - Novos padrões cromáticos de *Pachycoris torridus* (machos): nº. 40 a 44.

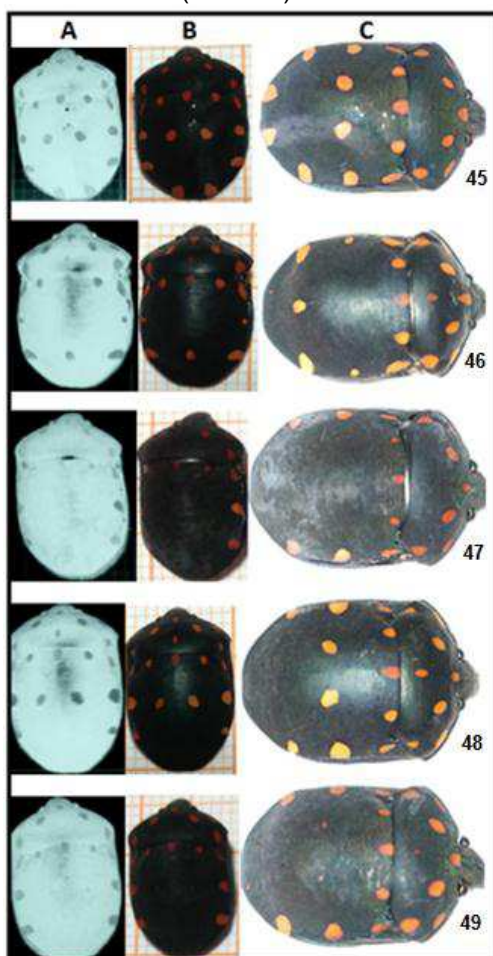


Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 31 mostra a sequencia de 45 a 49: **45** – Macho, oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas cor de cenoura (RAL 2011), no pronoto ausência da mácula de nº 5 e no escutelo ausência da mácula de nº 11; **46** – Macho, cor preto rajado com fuligem (RAL 6006), máculas cor de cenoura (RAL 2011), no escutelo as máculas de nº 13 e 14 são micro, a de nº 14 é imperceptível na função Raio X, mas a de nº 13 é visualizada discretamente e ausência das máculas de nº 7 e 8; **47** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas de cor de tijolo refratário (RAL 3022), no pronoto ausência da mácula de nº 5 e no escutelo ausência das máculas de nº 7, 8, 11, 13 e 14; **48** – Macho, cor preto rajado com fuligem (RAL 6006), máculas cor de cenoura (RAL 2011), no escutelo ausência das máculas de nº 11, 13 e 14; **49** – Macho, cor fuligem rajada com oliva (RAL 7024), máculas cor de

cenoura (RAL 2011), no pronoto a mácula de nº 5 é minúscula, entretanto é visualizada na função Raio X e no escutelo as máculas de nº 7, 8 e 14 também são pequenas (visualizadas na função Raio X) e ausência das máculas de nº 11 e 13.

Figura 31 - Novos padrões cromáticos de *Pachycoris torridus* (machos): nº. 45 a 49.

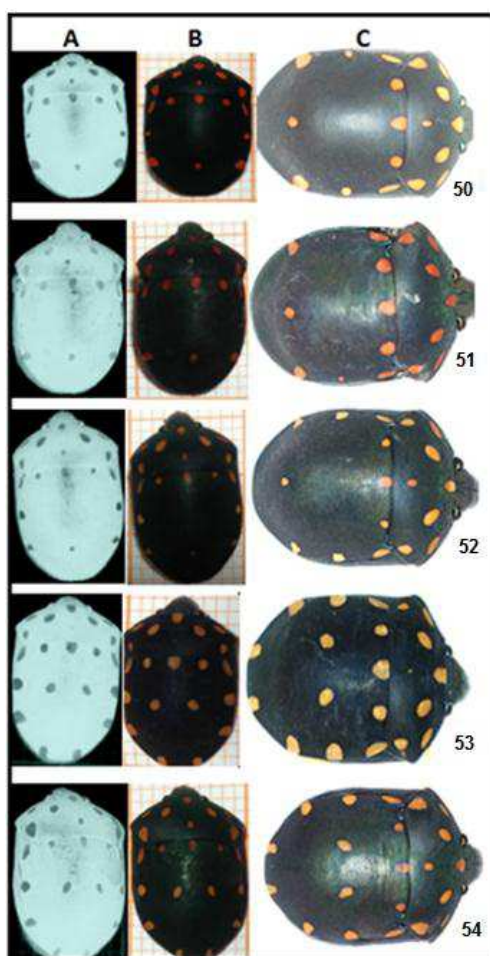


Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 32 corresponde ao intervalo de numeração 50-54: **50** – Macho, cor preto rajado com fuligem (RAL 7000), máculas cor âmbar (Munsell - 10YR7/6), no escutelo ausência das máculas de nº 7, 8, 13 e 14; **51** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas cor tijolo refratário (Munsell – 2,5YR6/14), no escutelo máculas de nº 6 e 9 são minúsculas (visualizadas discretamente na função Raio X) ausência das máculas de nº 7, 8, 13 e 14; **52** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas cor âmbar (Munsell - 10YR7/6), no escutelo a mácula de nº 14

é quase imperceptível a olho nu, não sendo visualizada na função Raio X, além da ausência das máculas de nº 7, 8 e 13; **53** – Macho, cor preto (RAL 5003), máculas cor âmbar (RAL 1017) todas bem definidas, com exceção da mácula de nº 5, no pronoto, que é micro, mas visualizada na função Raio X e no escutelo ausência da mácula de nº 11; **54** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7031), máculas cor de cenoura (RAL 2011), no escutelo ausência da mácula de nº 11.

Figura 32 - Novos padrões cromáticos de *Pachycoris torridus* (machos): nº. 50 a 54.

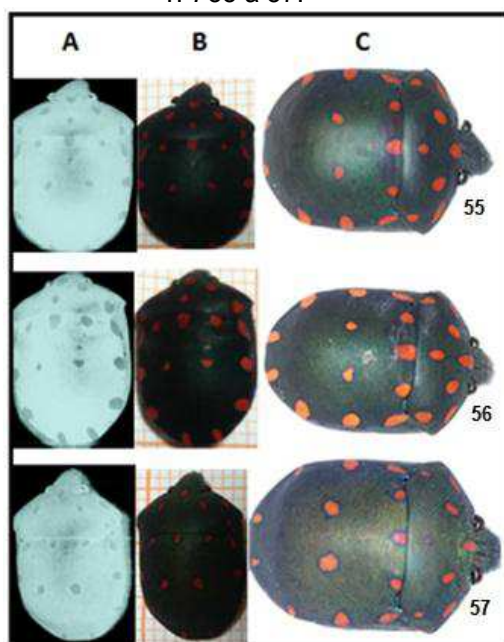


Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 33 é a ultima sequencia de novos padrões cromáticos com numeração correspondente ao intervalo 55-57: **55** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas cor tijolo refratário (Munsell – 2,5YR6/14), no escutelo ausência da

mácula de nº 11; **56** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas cor tijolo refratário (Munsell – 2,5YR6/14), no escutelo ausência da mácula de nº 11; **57** – Macho, cor oliva rajada com fuligem (RAL 7024), máculas cor tijolo refratário (Munsell – 2,5YR6/14) com contorno preto, no pronoto as máculas de nº 1, 5 (tom roseado) e 8 são minúscula, não visualizada, na função Raio X, apenas a de número 5, as demais máculas tem aspecto comprido e estreito, no escutelo a mácula de nº 3 tem tom roseado, além de menor que nos insetos de nº 26 e 27, bem como a presença de uma mancha preta no lugar da mácula de nº 11, não perceptível na função Raio X.

Figura 33 - Novos padrões cromáticos de *Pachycoris torridus* (machos): nº. 55 a 57.



Fonte: Elaborada pela autora.

Os padrões cromáticos do corpo dos 30 exemplares de *P. torridus* foram distribuídos de acordo com os sistemas de cores RAL e Pantone, da seguinte maneira: 3,33% (n=1) para RAL de nº 5003, 5008, 6008, 6012, 6028, 7000 e 7031; 6,67% (n=2) para RAL de nº 6006, 6007 e 7023/7006; 10% (n=3) para Ral de nº 6002 e Pantone Black C. Já as machas foram qualificadas e distribuídas de acordo

com os sistemas de cores Munsell, RAL e Pantone, como mostra a seguir: 3,33% (n=1) para RAL de nº 1017, 3017, 4010 e 8023, Munsell de nº 2,5G4/6, 5R4/14, 10YR6/12 e Pantone 131C; 6,67% (n=2) para Munsell de nº 5R4/14 (pronoto e parte do escutelo até a mácula de nº 5) com RAL 2011 (escutelo a partir da mácula de nº 6); 10% (n=3) RAL 3022; 13,33% (n=4) Munsell 2,5YR6/14; 20% (n=6) RAL 2011 e 23,33% (n=7) Munsell 10YR7/6.

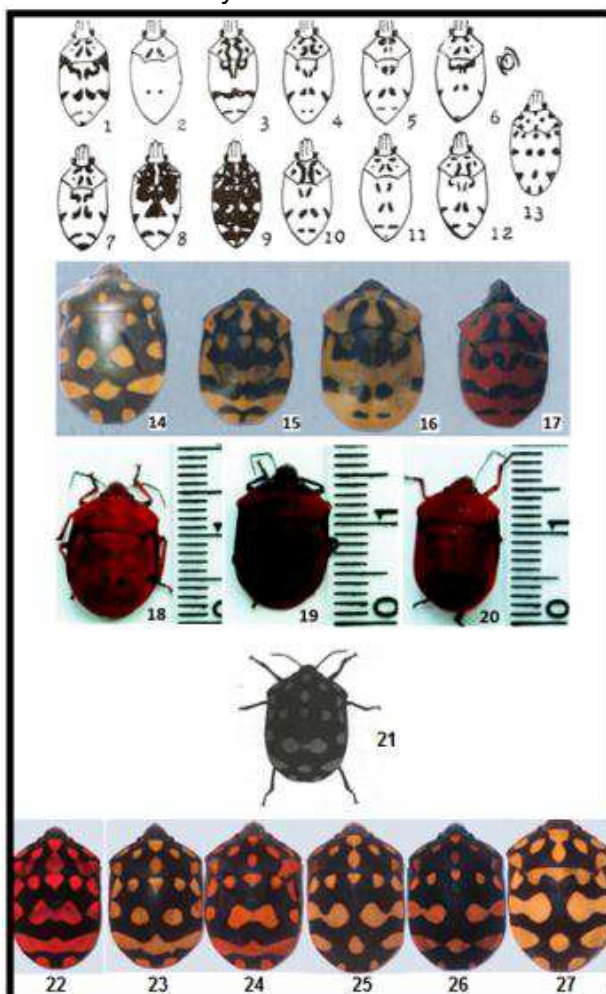
Na face dorsal, forma convexa, as diferenças fenotípicas (número, formato e colorido das máculas) são variadas e o padrão cromático básico de *Pachycoris torridus* é descrito de acordo com o colorido do dorso, o qual pode se apresentar nas cores marrom, verde e preto; bem como presença de máculas (22) de diferentes tonalidades de amarelo e vermelho nas estruturas anatômicas do pronoto (região superior com 8 mácula) e escutelo (região inferior com 14 mácula) (MONTE, 1937).

Gabriel e Franco (2012) observaram variações nos números de manchas no escutelo, de 12 a 14, em descendentes de 11 fêmeas com padrões cromáticos básicos (8 manchas no pronoto e 14 no escutelo). Hussey (1934) relatou que espécimes de *P. torridus* coletados na Argentina apresentaram geralmente 13 máculas no escutelo, com ausência da mácula de número 11.

Para Peredo (2002), as manchas no pronoto e escutelo do padrão básico de *Pachycoris klugii* (Burmeister, 1835) (Hemiptera: Scutelleridae) não varia em número, permanecendo todos com 8 e 14, respectivamente; entretanto há mudanças em tamanho e cor (tonalidades que vão do amarelo ao vermelho). A porção ventral e patas podem se apresentar em verde metálico (MONTE, 1937), ou cobre com reflexos de verde metálico.

A sequência completa (Figura 34) dos padrões cromáticos de *P. torridus* registrados por Monte (1937) representa o intervalo de 1-13, enquanto que a numeração de 14-17 foi publicada por Sánchez-Soto, Milano e Nakano (2004), a sequência de 18 a 20 foi apresentada por Santos et al. (2005), o padrão de nº 21 foi descoberto por Pikart et al. (2011) e os padrões pertencentes ao intervalo 22-27 foram descritos por Souza et al. (2012).

Figura 34 - Descrição da face dorsal (diferenças nos padrões cromáticos) de *Pachycoris torridus*.



Fonte: adaptação das figuras: 1-13 (MONTE, 1937), 14-17 (SÁNCHEZ-SOTO; MILANO; NAKANO, 2004), 18-20 (SANTOS et al., 2005), 21 (PIKART et al., 2011) e 22-27 (SOUZA et al., 2012).

Segue, abaixo, a descrição completa (Quadro 3) dos padrões cromáticos descobertos e registrados, os quais obedeceram ao sistema de numeração sugerido por Monte (1937).

Quadro 3 – Numeração dos padrões cromáticos identificados até os dias atuais: 1-13 (Monte, 1937), 14-17 (Sánchez-Soto; Milano; Nakano, 2004), 18-20 (Santos et al., 2005), 21 (Pikart et al., 2011), 22-27 (Souza et al., 2012).

Nº	DESCRIÇÃO
1	Amarelo.
2	Cor de tijolo.
3	Castanho escuro.
4	Ocre claro.
5	Castanho claro.
6	Amarelo. Difere do nº 1 no formato das machas presentes no escutelo.
7	Amarelo pálido.
8	Preto (máculas amarelas).
9	Preto.
10	Cor de tijolo.
11	Amarelo com tonalidades castanhas.
12	Ocre.
13	Preto ou marrom.
14	Fêmea, negra, com máculas amarelas, difere do padrão básico por apresentar, no escutelo, máculas (nº 10, 11 e 12) de maior tamanho e muito próximas entre si formando quase uma faixa transversal.
15	Macho, corpo negro, máculas amarelas. No pronoto, as 8 máculas, estão unidas pelas margens laterais e anterior, deixando duas áreas negras na margem anterior e outras duas de maior tamanho localizadas desde a margem posterior até a região média formando uma bifurcação. No escutelo, as máculas de nº 2, 3 e 4 permanecem inalteráveis; as máculas de nº 1 e 5 unem-se, respectivamente, com as de nº 6 e 9, as quais junto com as de nº 7 e 8 formam uma faixa continua transversal; as máculas de nº 10, 11 e 12 formam também uma faixa transversal que aumenta lateralmente unindo-se nas margens com as máculas de nº 13 e 1, que ficam separadas uma da outra por uma estreita faixa negra vertical.
16	Fêmea, negra, com máculas amarelas. Difere do padrão anterior porque no pronoto a união das máculas amarelas cobre uma maior superfície reduzindo as duas máculas negras maiores a duas faixas verticais convergentes; as duas áreas negras da margem anterior são maiores e prolongam-se posteriormente. No escutelo, a diferença com relação ao padrão anterior deve-se também a uma maior união e expansão das máculas amarelas, de modo que na metade posterior a coloração negra se reduz a seis máculas: quatro anteriores e duas posteriores.
17	Macho, corpo negro, com máculas vermelhas, o mesmo apresenta semelhanças com os padrões de nº 2 e 3. O pronoto é parecido ao padrão de nº 3, no entanto o tamanho é menor das duas áreas negras da margem, separadas da projeção posterior que fica reduzida a uma pequena mácula isolada. No escutelo as manchas de nº 2, 3 e 4 estão fundidas e unem-se com a faixa formada pelas máculas de nº 6, 7, 8 e 9; ficando quatro máculas negras na metade anterior. Na metade posterior do escutelo, as máculas de nº 10, 11, 12 13 e 14 unem-se e expandem-se deixando uma faixa transversal negra como no padrão de nº 2, e uma segunda faixa negra posterior mais estreita, interrompida no meio. Este padrão também tem semelhança com o padrão de nº 3 registrado por Monte (1937), diferindo por apresentar, no pronoto, máculas da margem anterior não unidas às da margem posterior, e no escutelo, união das máculas de nº 2, 3 e 4; além disso, a coloração é vermelha, intensa, enquanto a coloração do exemplar indicado por esse autor é castanha escura.
18	Corpo marrom. No pronoto, presença de 2 máculas. No escutelo, foi encontrado 6 máculas; 4 na região mediana e 2 nas laterais.
19	Corpo vermelho, com 2 máculas no pronoto e no escutelo apresenta 2 manchas sobre a região mediana.
20	Corpo marrom, sem manchas.
21	No escutelo, as manchas de nº 7 e 8 uniram-se e as de nº 10 e 12 eram maiores que as

	do tipo básico.
22	Corpo preto com manchas vermelhas. No pronoto, as máculas de nº 1 e 8 juntaram-se com as manchas de nº 3 e 7, respectivamente. No escutelo, houve junção do nº 7 com 8, bem como os nº 10, 11 e 12 formaram uma tira contínua.
23	Corpo preto com manchas amarelas. No escutelo, houve junção das máculas de nº 10, 11 e 12 formando uma tira contínua.
24	Corpo preto com manchas laranja. No escutelo, houve junção das máculas de nº 7 e 8, além da união das manchas de nº 10, 11 e 12 formando uma tira contínua.
25	Corpo preto com manchas amarelas. No pronoto, manchas de nº 4 e 5 estavam muito próximos, mas não se juntaram. No escutelo, manchas de nº 6 e 9 juntaram-se com as máculas de nº 7 e 8, respectivamente.
26	Corpo preto com amarelo, laranja ou manchas vermelhas. No escutelo, as manchas de nº 6 e 9 juntaram-se com as de nº 7 e 8, respectivamente, e as máculas de nº 10, 11 e 12 uniram-se formando uma faixa contínua.
27	Corpo preto com manchas amarelas. No pronoto as máculas de nº 4 e 5 uniram-se, enquanto que no escutelo houve junção das máculas de nº 2, 3 e 4 formando uma faixa contínua, e as manchas de nº 6 e 9 juntaram-se com as de nº 7 e 8, respectivamente.

Fonte: Elaborada pela autora.

No presente estudo, foram analisados 129 exemplares da espécie *P. torridus* e as diferenças (Tabela 26) foram mais frequentes nos machos (95,35%) em relação às fêmeas (4,65%), quanto ao número e tamanho das máculas presentes no dorso. Em relação às cores encontradas nos exemplares machos (n=123), observou-se que 56,91% apresentavam tonalidades próximas ao laranja, 25,20% ao vermelho e 17,89% ao amarelo, enquanto que as fêmeas possuíram 62,50% tonalidades próximas ao vermelho e 37,50% ao laranja, não apresentando amarelo. Entretanto, Gabriel e Franco (2012) afirmaram que a coloração vermelha é predominante e que a idade e o sexo não concorrem para diferenciar a cor das manchas do pronoto e escutelo nos espécimes de *P. torridus*.

Tabela 26 – Distribuição (%) do colorido das máculas presentes no pronoto e escutelo de machos e fêmeas de *P. torridus*.

	Número	Cor das máculas		
		Vermelho	Laranja	Amarelo
♂	123	25,20	56,91	17,89
♀	6	62,50	37,50	***

Fonte: Elaborada pela autora.

Segundo Monte (1937) tanto a cutícula, quanto a epiderme podem dispor de pigmentação, entretanto as mudanças de cores não são hereditárias e somente fatores externos são determinantes. Para ele, as diferenças nos padrões cromáticos se devem a vários fatores, tais como: circulação, temperatura, digestão, existência de oxidases, sensibilidade das células, umidade, idade e sexo.

Falhas na metamorfose pode afetar o padrão cromático, como supostamente aconteceu com um espécime de *P. torridus*, em que o verde metálico, presente no último estágio de ninfa, permaneceu no pronoto do adulto (GABRIEL; FRANCO, 2012)

Contudo, Gabriel e Franco (2012) afirmaram que as variações no polimorfismo de *P. torridus* não correspondem a fatores hereditários após estudo das linhagens de fêmeas, pois observaram que a cor das manchas dos descendentes podia diferir, ou não, da cor da fêmea que lhes deu origem. No entanto, não foram descritos os padrões cromáticos dos machos genitores, deixando, assim, um leque de dúvidas quanto ao esclarecimento das questões hereditárias. Esses autores também relataram que todos os adultos, ao emergirem, apresentaram cor amarela e, com o passar do tempo, tornaram-se laranja, vermelho ou permaneceram com a cor de origem.

A mudança de cor das máculas em relação à idade não foi observada no presente trabalho. No entanto, foram visualizadas variações da cor e dureza do exoesqueleto quitinoso, ou seja, após a emergência todos se apresentaram com coloração amarela (Figura 35), pelo menos nas seis primeiras horas e exoesqueleto mole, com o passar das horas a coloração amarela deu lugar a um dos padrões cromáticos já registrados ou não, e em torno de 48h o exoesqueleto quitinoso tornava-se rígido.

Figura 35 – Mudança de cor (de amarelo para a cor padrão que permanecerá por toda vida) do exoesqueleto de *P. torrius* após se tornar um organismo adulto.



Fonte: Elaborada pela autora.

Adultos com idades variadas apresentaram desgaste da coloração do dorso, ficando algumas partes esbranquiçadas e/ou opacas, nesse período, o fruto estava ausente na plantação, conseqüentemente na dieta natural (criação em laboratório) devendo ser escassez de nutrientes que se encontravam presentes nos frutos de pinhão-manso.

Para Ruxton, Sherratt e Speed (2004) as cores (laranja, vermelho e amarelo) podem repelir predadores, estes associam os sinais químicos e visuais para chegarem até a presa. Com isso, acredita-se que as mudanças nos padrões cromáticos advêm do sequestro de compostos químicos presentes nas plantas da família Euphorbiaceae, os quais promovem evasão de predadores, como já foi observado para duas espécies, *Pachycoris klugii* (Burmeister, 1835) (Hemiptera: Scutelleridae) e *Pachycoris stallii*, fenotipicamente semelhantes, do mesmo gênero da espécie estudada neste trabalho (JORON et al., 1999; WINK et al., 2000; WILLIAMS; EVANS; BOWERS, 2001; SOUZA et al., 2012).

A dieta, no presente trabalho, também, pode ter influenciado na redução das máculas ou nas variações dos padrões cromáticos, já que o fruto estava escasso na plantação de *J. curcas*. A inexistência de ovos parasitados pelo *Telenomus pachycoris* (parasitoide de ovos) ou de predadores, sob controle rígido no laboratório, também pode ter contribuído com as variações no polimorfismo mediante duas condições: ou os percevejos da espécie *P. torridus* evoluíram para se camuflarem e não serem percebidos por seus predadores, ou a ausência de predadores não necessitou de evolução aposemática (formação de cores

conspícuas, vistosas) perdendo parte de suas manchas. É necessário mais estudos com outros grupos de padrões já registrados para comprovação destas hipóteses.

Em estádios ninfais de percevejos da família Pentatomidae foram observados, por pesquisadores, mudanças intraespecíficas nos padrões cromáticos de sete espécies, dentre as quais quatro: *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851), *Chinavia hilaris* (Say, 1832), *Chinavia bela* (Rolston, 1983, *Oebalus ypsilongriseus* (De Geer 1773)) receberam uma única cultura (planta) de dieta e três (*Chinavia ubica* (Rolston, 1983) (Hemiptera: Pentatomidae), *Chinavia impicticornis* (Stal, 1872) (Hemiptera: Pentatomidae), *Nezara viridula* (Linnaeus 1758) (Hemiptera: Pentatomidae)) receberam de alimento cinco culturas diferentes. Os pesquisadores, que ofereceram mais de uma dieta e detectaram variações nos padrões cromáticos, sugeriram que a expressão de características das ninfas foi influenciada diretamente pelo alimento. (SQUIRE, 1934; AMARAL, 1949; VECCHIO; GRAZIA; HILDEBRAND, 1988; VECCHIO; GRAZIA, 1993). Enquanto que, os que ofereceram apenas uma dieta evidenciaram a existência de hereditariedade (RIZZO, 1968; SCHWERTNER; ALBUQUERQUE; GRAZIA, 2002), como já foi demonstrado para o polimorfismo cromático em adultos de *N. viridula* (OHNO; ALAM, 1992).

Campos, Teixeira e Martins (2007) apresentaram três novos padrões cromáticos de ninfas da espécie *Arvelius albopunctatus* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Pentatomidae), coletadas em plantas silvestres em fragmentos florestais, nos municípios de Criciúma (28°41'23"S, 49°25'55"W), Içara (28°42'12"S, 49°16'54"W), Maracajá (28°52'51"S, 49°27'59"W) e Araranguá (28°56'05"S, 49°21'47"W), sul de Santa Catarina, de dezembro de 2005 a julho de 2006. Segundo estes pesquisadores a influência da alimentação é algo confirmado, mas também há evidências da existência de hereditariedade, por isso, para eles, é importante realizar mais estudos no sentido de se verificar o papel desses fatores nas mudanças de padrões cromáticos das ninfas de pentatomídeos em geral.

Mais de 20.000 espécies de percevejos são fitófagos (SCHUH; SLATER, 1995), dentre eles o *Murgantia histrionica* (Hahn, 1834) (Hemiptera: Pentatomidae), que sequestra imediatamente produtos químicos a partir de qualquer planta de que se alimenta, como, por exemplo, plantas crucíferas tóxicas, onde os agentes sequestrados são os glucosinolatos, por isso este artrópode é rejeitado por várias

espécies de aves (ALIABADI; RENWICK; WHITMAN, 2002). Em outras espécies de heterópteros, a palatabilidade para os predadores depende de dieta (McLAIN, 1984).

O polimorfismo cromático ao longo da distribuição de uma espécie, bem como sua frequência relativa em uma população depende da pressão das forças seletivas determinadas pelos processos de termorregulação, comunicação intra e interespecífica e evasão à predação (ENDLER, 1978; VASCONCELLOS-NETO; GONZAGA, 2000).

O processo evolutivo, direcionado pela predação por animais visualmente orientados, obedece a uma das duas rotas evolutivas possíveis, sendo elas: as cores da presa assemelham-se a uma parte aleatória do substrato, ficando o predador com dificuldade de perceber ou interpretar, a fim de dificultar sua detecção e a presença de cores vistosas anunciadas pela presa, que contrastam com o substrato. Nesta última rota as presas possuem compostos químicos ou características estruturais que as tornam impalatáveis, uma vez que predadores associam as cores de presas aposemáticas (apresentam cores conspícuas, vistosas) a experiências prévias desagradáveis ou tentativas frustradas de captura, evitando investir neste tipo de presa (BROWER; BROWER, 1964; ROTHSCHILD; KELLETT, 1972; EDMUNDS, 1974; STILES, 1979; HAGEN; MOODIE; MOODIE, 1980; HEAL, 1982; BRAKEFIELD, 1985; VASCONCELLOS-NETO; GONZAGA, 2000).

Segundo Wink et al (2000) é comum muitos insetos mostrarem uma coloração aposemática como observado para *Pachycoris*, sinalizando aos predadores potenciais sua possível toxicidade.

Williams, Evans e Bowers (2001) também apontaram o *Pachycoris stallii* (Uhler, 1863) (Hemiptera: Scutelleridae) como uma espécie aposemática e sugeriram que as formigas da espécie *Dorymyrmex bicolor* (Wheeler, 1906) (Hymenoptera: Formicidae) eram os artrópodes predadores primários de *Pachycoris stallii*, pois observaram patrulhamento dessas em caules e folhas de *Croton californicus* (Euphorbiaceae), bem como na superfície do solo, onde atacavam ninfas e adultos que caíam no solo. Posturas abandonadas pelas fêmeas tinham seus ovos consumidos por esses predadores. Os mesmos autores concluíram que *P. stallii*

mantinham um sistema de defesa exócrina potente dirigida a artrópodes predadores e que se alimentavam e se hospedavam de planta tóxica para os vertebrados, a fim de repeli-los.

De acordo com Borges (2011), o inimigo natural de *P. torridus* é o parasitoide *Telenomus pachycoris* (Costa Lima, 1928) (Hymenoptera: Scelionidae), presente em praticamente todos os locais onde se encontrava essa praga, o qual apresentava um valor médio de 31,74% de ovos parasitados por postura. Como parte dos percevejos foi oriundo de gerações nascidas no laboratório e de posturas livres de parasitismo e predadores coletadas na plantação de *J. curcas*, acredita-se que houve alguma relação com os novos padrões cromáticos apresentados neste estudo, isto porque as variações no polimorfismo estavam relacionadas com perda do número de manchas principalmente no escutelo, tornando-se o *P. torridus* menos aposemático ao seu inimigo natural ou predador, uma vez que esses eram ausentes.

Wink et al (2000) acredita que a coloração aposemática de *P. klugii* é proveniente do sequestro de ésteres de forbol (DHPB) encontrado na cultura de herbivoria (*J. curcas*), o qual foi detectado em ninfas e adultos dessa espécie de percevejo. Para esse autor essa substância é responsável pelos efeitos tóxicos agudos em moluscos, insetos e vertebrados.

8.5.2 Compostos químicos voláteis

Segue a relação dos componentes químicos identificados na cutícula de *P. torridus*: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, (*E*)-2-Octenal, Undecano, Dodecano, 1-Trideceno, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, Tetradecano e Tetradecanal. Os compostos majoritários, em ambos os grupos (1 e 2), foram, em ordem decrescente: (*E*)-2-Hexenal, Tridecano e (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal. O composto volátil 1-Trideceno não estava presente nos extratos de fêmea com padrão cromático básico.

Williams, Evans, Bowers (2001) analisaram os componentes voláteis, de *Pachycoris stallii*, percevejo do mesmo gênero da praga pesquisada neste trabalho, obtidos da secreção da glândula metatorácica (adultos), o qual encontraram nas

fêmeas sem postura os seguintes compostos: (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Dodecane, 1-Trideceno, Tridecano e traços de Acetato de (*E*)-2-hexenila, Tetradecono, Pentadecano; dos quais os compostos majoritários foram o Tridecano, seguido do (*E*)-2-Hexenal. Como as glândulas metatorácicas secretam compostos defensivos, então, estas moléculas foram identificadas como feromônios de alarme. Baseando-se no estudo desse autor, sugere-se que os compostos cuticulares encontrados nas cinco fêmeas de *P. torridus* também sejam feromônios de alarme.

Na comparação das médias (expressas em porcentagem) do efeito de padrões cromáticos de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos analisados (Tabela 27), os compostos (*E*)-2-Octenal e 1-Trideceno diferiram entre si pelo teste t a 5% de probabilidade, o primeiro componente volátil estava em maior concentração no grupo 1 (novos padrões cromáticos, enquanto que o segundo composto estava ausente no grupo 2 (padrões cromáticos básicos). Os compostos voláteis (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, Undecano, Dodecano, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, Tetradecono e Tetradeconal não diferiram entre si pelo mesmo teste.

Tabela 27 - Médias do efeito de padrões cromáticos de *P. torridus* em relação às concentrações dos compostos químicos orgânicos presentes nos extratos.

Padrões 2/ Cromáticos	Médias 1/											
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
A	54,79 a	2,22 a	0,73 a	0,17 b	0,12 a	0,72 a	1,54 b	0,20 a	38,59 a	0,66 a	0,12 a	0,18 a
B	50,81 a	9,42 a	0,03 a	0,05 a	0,08 a	0,70 a	0,00 a	0,20 a	38,24 a	0,01 a	0,13 a	0,32 a
Valores de t _{cal.}	0,55 ns	2,03 ns	1,06 ns	3,32 *	2,78 ns	0,25 ns	3,45 *	0,11 ns	0,11 ns	1,33 ns	0,30 ns	0,87 ns

Notas: 1/: Nas colunas, as médias com a mesma letra, as quais estão expressas em porcentagem, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade ($t_{5\%} = 3,18$). 2/: A: Novos Padrões Cromáticos (NPC); B: Padrões Cromáticos Básicos (PCB); A₁: (*E*)-2-Hexenal; A₂: (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal; A₃: Acetato de (*E*)-2-hexenila; A₄: (*E*)-2-Octenal; A₅: Undecano; A₆: Dodecano; A₇: 1-Trideceno; A₈: Desconhecido; A₉: Tridecano; A₁₀: Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol; A₁₁: Tetradecano; A₁₂: Tetradecanal.

Fonte: Elaborada pela autora.

O comportamento dos machos pode ter sido alterado com a presença do hidrocarboneto 1-Trideceno, o qual foi encontrado apenas, nos extratos das fêmeas (NPC), de forma que a presença desta substância pode não ter atraído os machos. Apesar de que esta molécula foi identificada como sendo único feromônio sexual emitido por machos da espécie *Parastizopus transgaripepinus* (Koch, 1953) (Coleoptera: Tenebrionidae) para atrair fêmeas (GEISELHARDT; OCKENFELS; PESCHKE, 2008), bem como faz parte da secreção defensiva, dessa espécie, com outros componentes (1-alcenos; 1,4-benzoquinonas e hidrocarbonetos monoterpenos). O 1-Trideceno é conhecido como agente defensivo em artrópodes (BLUM, 1981). Esse composto volátil foi encontrado em secreção de glândula metatorácica de fêmeas sem postura da espécie *P. stalli* (Williams; Evans; Bowers; 2001).

De acordo com o banco de dados de ecologia química “*Pherobase*” (2015) o composto volátil 1-Trideceno foi identificado em 135 espécies de seres vivos e apenas 8,15% das espécies correspondem à subordem Heteroptera. Os alomônios representam 79,26%, os feromônios 15,55% e substância atrativa com 5,19%. Este hidrocarboneto encontra-se presente em 13 famílias dentro de 7 ordens: Coleoptera com 23,08%; Hymenoptera e Neuroptera com 15,38%; Acarina, Diptera, Oribatida e Sarcotiformes com 7,69%, bem como a subordem Heteroptera também com 15,38%.

A presença do composto volátil (*E*)-2-octenal, em concentrações maiores em fêmeas com novos padrões cromáticos pode também ter causado comportamento repulsivo dos machos durante a corte.

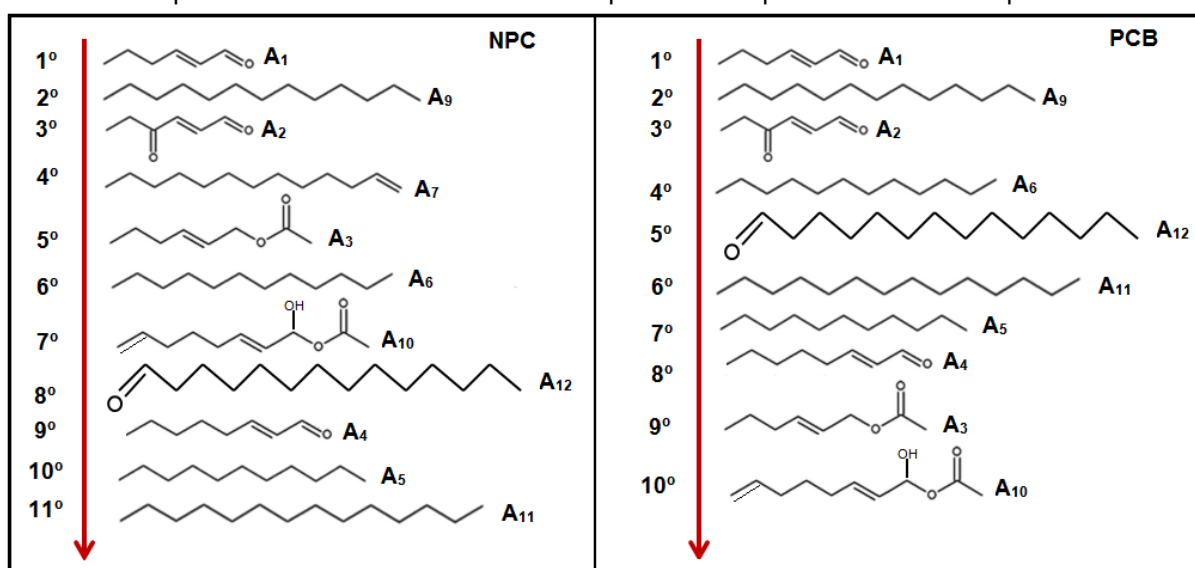
A Secreção defensiva produzida por adultos (machos e fêmeas) de *Leptocorisa oratorius* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Coreidae) que vivem na planta hospedeira, *Oriza sativa* (Poaceae), é constituída de 76% de (*E*)-2-octenal, o mesmo composto foi identificado como substância defensiva em 38 espécies da família Coreidae (GUNAWARDENA; BANDUMATHIE, 1993).

O semioquímico (*E*)-2-Octenal foi identificado em 76 espécies de organismos vivos, sendo 68,42% espécies da subordem heteroptera, a qual apresenta 57,14% de um total de 21 famílias, as 31,58% espécies restantes pertencem nove famílias

distribuídas nas ordens Araneae (4,76%), Artiodactyla (9,52%), Carnivora (4,76%), Dictyoptera (4,76%), Diptera (4,76%), Hymenoptera (4,76%), Julida (4,76%) e Mantodea (4,76%). Maior parte, 44,74%, comporta-se como feromônio, seguidos de alomônio (38,16%), substância atrativa (9,21%) e cairomônio (7,89%) (PHEROBASE, 2015).

A Figura 36 representa a ordem decrescente da distribuição das concentrações (expressas em porcentagens) dos compostos voláteis, presentes nos extratos analisados de fêmeas com novos padrões cromáticos e padrões cromáticos básicos, representados por suas estruturas químicas. Cabe lembrar que, o composto A₈ não consta na figura pelo fato de ser desconhecido.

Figura 36 – Ordem decrescente da distribuição das concentrações (%) dos compostos voláteis presentes nos extratos analisados representados por suas estruturas químicas.



Legenda: NPC: Novos Padrões Cromáticos; PCB: Padrões Cromáticos Básicos; A₁: (E)-2-Hexenal; A₂: (E)-4-(oxo)-2-Hexenal; A₃: Acetato de (E)-2-hexenila; A₄: (E)-2-Octenal; A₅: Undecano; A₆: Dodecano; A₇: 1-Trideceno; A₈: Desconhecido; A₉: Tridecano; A₁₀: Acetato de (Z,Z)-2,7-octadien-1-ol; A₁₁: Tetradecano; A₁₂: Tetradecanal.

Fonte: Elaborada pela autora.

Os tempos de retenção dos compostos identificados encontram-se na Tabela 28.

Tabela 28 - Tempos de retenção (t_R) e índices de Kovats (KI) calculados para os compostos presentes no conteúdo do corpo todo do inseto imerso em Hexano durante 10 segundos/10 minutos com/sem anestesia prévia de adultos machos e fêmeas da espécie *P. torridus*.

	Compostos	t_R (min)	KI natural
A1	(<i>E</i>)-2-Hexenal	4.374	864
A2	(<i>E</i>)-4-(<i>oxo</i>)-2-Hexenal	5.996	934
A3	Acetato de (<i>E</i>)-2-hexenila	7.713	996
A4	(<i>E</i>)-2-Octenal	8.569	1026
A5	Undecano	10.032	1078
A6	Dodecano	12.249	1155
A7	1-Trideceno	13.770	1222
A8	Desconhecido	14.155	1239
A9	Tridecano	14.388	1249
A10	Acetato de (<i>Z,Z</i>)-2,7-octadien1-ol	16.729	1354
A11	Tetradecano	18.296	1430
A12	Tetradecanal	20.013	1519
Padrão interno	2-Nonadecanona	27.712	1886

Fonte: Elaborada pela autora.

Harraca, Ryne e Ignell (2010) ao combinar estudos comportamentais e sensoriais, mostraram que o feromônio de alarme, (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal, específico de ninfas da espécie *Cimex lectularius* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Cimicidae) desempenham um papel importante na comunicação intraespecífica por meio da diminuição do risco de acasalamento dessas pelos machos. Apesar dos feromônios de alarme ser comumente vistos como um sistema de comunicação predador/presa, eles também podem ser utilizados como sinais de múltiplos propósitos, dentre eles evitar a montagem de machos da mesma espécie.

Staddon (1979) afirmou que em heterópteros o acetato de (*E*)-2-hexenila é secretado no reservatório mediano de glândulas metatorácicas, sendo convertido em (*E*)-2-hexenal, logo após em (*E*)-4-(*oxo*)-2-Hexenal. Williams, Evans, Bowers (2001) sugeriram que o (*E*)-2-hexenal é formado no reservatório lateral, bem como no reservatório mediano da glândula metatorácica de *P. Stallii* e que provavelmente durante a manipulação dos insetos (antes da dissecação) todo o acetato de (*E*)-2-hexenila foi consumido para produzir o (*E*)-2-hexenal.

Como os insetos, desse estudo, não foram submetidos à dissecação e a manipulação (retirada do inseto da arena para o vial contendo o agente extrator) foi rápida em torno de 5 segundos, acredita-se que não houve tempo para conversão

desses compostos, de forma que a presença ou ausência dos mesmos também poderia influenciar no comportamento de corte ou na coloração aposemática de *P. torridus*, ou simplesmente essas variações estariam relacionadas com a especificidade individual de cada inseto.

Dos oito componentes químicos encontrados nas glândulas metatorácicas de *P. stalli*, sete estavam presentes no *P. torridus* e apenas o pentadecano estava ausente. Os compostos majoritários também foram os mesmos nas duas espécies, entretanto a concentração do (*E*)-2-Hexenal foi maior que a do Tridecano em *P. torridus*.

Ao se observar as concentrações dos compostos identificados no percevejo da espécie *P. torridus*, percebeu-se que as fêmeas (novos padrões cromáticos), as quais não foram cortejadas pelos machos, apresentaram, em seus extratos, concentrações maiores em 7 componentes ((*E*)-2-Hexenal, Acetato de (*E*)-2-hexenila, Undecano, Dodecano, Tridecano, Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol, (*E*)-2-Octenal), dentre os 11 identificados, em relação as fêmeas do Grupo 2, sendo este um indicativo que o aumento nas concentrações desses compostos pode ser responsável pela falta de interesse dos machos pelas fêmeas durante a corte, pois estes podem se confundir no processo de comunicação intraespecífica, uma vez que esses compostos com exceção do Acetato de (*Z,Z*)-2,7-octadien1-ol foram identificados em outras espécies de percevejos como sendo feromônios de alarme podendo ter a mesma atividade em *P. torridus*.

A evolução dos feromônios de alarme em feromônios sexuais tem sido relatada em vários insetos (BLUM, 1996; LEAL, 1997). As secreções da mesma glândula podem apresentar dupla função, as quais são controladas pela concentração dos componentes orgânicos, como em *Tribolium confusum* (Du Val, 1868) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Aleochara curtula* (Goeze, 1777) (Coleoptera, Staphylinidae). Enquanto que secreções de glândulas diferentes podem possuir os mesmos compostos, mas apresentar funções diferentes, como é o caso da espécie *Parastizopus transgariepinus* (Koch, 1953) (Coleoptera: Tenebrionidae) (GEISELHARDT; OCKENFELS; PESCHKE, 2008).

As diferentes combinações qualitativas e quantitativas, dos compostos, cuticulares dependem da espécie, idade, ou sexo dos insetos (GAMBOA et al., 1996; BLOMQUIST et al., 1998, MONNIN; PEETERS, 1999; SLEDGE et al., 2001; ABDALLA et al., 2003), de forma que o perfil químico corresponde uma assinatura química individual, de origem endógena e exógena (CARLIN, 1988), ou seja, os recém emergidos serão influenciados ao longo do tempo pelo contato destes com material do ninho onde se encontram.

Como todos os extratos analisados, nesta pesquisa, foram oriundos da mesma criação, ou melhor, mesma dieta (partes da *J. curcas*); acredita-se que as mudanças no polimorfismo estavam relacionadas com a dieta desses percevejos. Os percevejos passaram um período se alimentado tanto no campo quanto no laboratório, apenas, da seiva de folhas, pecíolos e partes aéreas de *J. curcas*. Isso porque a quantidade de frutos do pinhão, no campo, neste período foi mínima devido à seca que acometeu o estado de Alagoas no ano anterior a este experimento. Como os frutos verdes os maduros eram sua maior preferência na fase adulta (AMERICA, 2007; NAVA; DELMAR, 2009; BROGLIO-MICHELETTI, 2010; RODRIGUES et al., 2011; GABRIEL; FRANCO, 2012), a ausência em suas dietas pode ter restringido a quantidade de nutrientes e assim refletido no padrão cromático. É importante ressaltar que, apenas, nesse período foi encontrado adultos recém emergidos no campo e laboratório com ausência de uma ou mais máculas.

8.6 Conclusão

Para diferenciar dos padrões já conhecidos, os 30 novos padrões cromáticos podem ser incluídos nos registros da literatura, a partir do nº 28 até 57. As variações no colorido das máculas e dorso confundem os pesquisadores a ponto de registrarem essa praga como sendo uma nova espécie. Tais variações dos padrões cromáticos referentes a ausência de máculas foram atribuídas a alimentação devido a escassez de frutos de *Jatropha curcas* na plantação, principal alimento dessa praga. O perfil químico das fêmeas com novos padrões cromáticos influenciaram no comportamento reprodutivo dos machos, de modo que a rejeição dos machos as fêmeas com novos padrões cromáticos foi ocasionada pela presença do composto

químico 1-Trideceno, bem como pelo aumento na concentração do composto (*E*)-2-Octenal. A técnica fotográfica usando a função raio X permitiu visualizar melhor as máculas presentes no dorso de *P. torridus*, facilitando a diferenciação de cada padrão cromático.

8.7 Referências

ABDALLA, F. C. et al. Comparative study of the cuticular hydrocarbon composition of *Melipona bicolor* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Meliponini) workers and queens. **Genetics and Molecular Research**, v. 2, p. 191–199, 2003.

ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P.; CUNHA, L.V.F.C. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**, 2ª ed. Comunigraf, Recife, 2008.

ALIABADI, A.; RENWICK, J. A. a; WHITMAN, D. W. Sequestration of glucosinolates by harlequin bug *Murgantia histrionica*. **Journal of chemical ecology**, v. 28, n. 9, p. 1749–62, 2002.

AMARAL, S.F. Biologia e importância econômica do percevejo do arroz, no estado de S. Paulo. **Biológico**, v. 15, p. 47-58, 1949.

AMERICA, C. *Jatropha* cultivation. **Jatropha: a smallholder bioenergy crop**. [S.l.: s.n.] 2007. v. 8p. 27–40.

BLOMQUIST, G. J. et al. The cuticle and cuticular hydrocarbons of insects: structure, function, and biochemistry. In: Pheromone communication in social insect (Vander Meer RK, Breed MD, Winston ML and Espelie KE, eds.). Westview Press, Boulder, 1998, 35-54 p.

BLUM, M. S. Semiochemical parsimony in the Arthropoda. **Annual Review of Entomology**, vol. 41, p. 353–374, 1996.

BORGES FILHO, R. da C. et al. Development of *Pachycoris torridus* (Hemiptera : Scutelleridae) on *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) and *Aleurites fordii* (Euphorbiaceae). **Florida Entomological Society**, v. 96, n. 3, p. 1149–1157, 2013.

BORGES, A. A. **Avaliação da expressão gênica diferencial e dos hidrocarbonetos cuticulares de rainhas, operárias, machos haplóides e diplóides de *Melipona quadrifasciata* (HYMENOPTERA: APIDAE)**. 2011.

BRAKEFIELD, P. M. Polymorphic *Mullerian mimicry* and interactions with thermal melanism in ladybird and soldier beetle: a hypothesis. **Biological Journal of the Linnean Society**, vol. 26, p. 243-267, 1985.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Primeiro registro de *Pachycoris torridus* (Scopoli , 1772). **Ciências Agrotecnica**, p. 1654–1657, 2010.

- BROWER, L. P.; BROWER, J. V. Z. Birds, butterflies, and plant poisons: a study in ecological chemistry. **Zoologica**, vol. 49, n. 3, p. 137-158, 1964.
- CAMPOS, L. A.; TEIXEIRA, R. A.; MARTINS, F. de S. Três Padrões Novos de Coloração de Ninfas de *Arvelius albopunctatus* (De Geer) (Hemiptera : Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, p. 972-975, 2007.
- COSTA LIMA, A.C. **Insetos do Brasil**, 2º tomo, capítulo 22, Hemípteros. Série Didática Num. 3. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1940, 351p.
- EDMUNDS, M. Defense in animals. Longman, Essex, 1974.
- ENDLER, J. A. A predator's view of animal color patterns. **Evolutionary Biology**, vol. 11, p. 319-364, 1978.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. Ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.
- GABRIEL, D.; FRANCO, D. A. de S. Aspectos biológicos e morfológicos de *Pachycoris torridus* Scopoli , 1772 (Hemiptera : Scutelleridae) criados com pinhão-mansô *Jatropha curcas* L ., 1753 , em laboratório. **Científica**, v. 40, p. 156-163, 2012.
- GALLO, D. et al. Entomologia. Agrícola. **FEALQ**, Piracicaba, 2002, 920p.
- GAMBOA, J. G. et al. Kin recognition in social wasps: combining chemical and behavioural evidence. **Animal Behaviour**, vol. 51, p. 625-629, 1996.
- GEISELHARDT, S.; OCKENFELS, P.; PESCHKE, K. 1-Tridecene--male-produced sex pheromone of the tenebrionid beetle *Parastizopus transgaripeinus*. **Naturwissenschaften**, v. 95, n. 3, p. 247-51, 2008.
- GRIMM, C. e FUHRER, E. Population dynamics of true bugs (Heteroptera) in physic nut (*Jatropha curcas*) plantations in Nicaragua. **Journal of Agricultural Economics**, v. 122, p. 515-521, 1998.
- GUNAWARDENA, N. E.; BANDUMATHIE, M. K. Defensive secretion of rice bug, *Leptocoris oratorius* Fabricius, (Hemiptera: coreidae): a unique chemical combination and its toxic, repellent, and alarm properties. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 4, p. 851-861, 1993.
- HAGEN, D. W.; MOODIE, G. E. E.; MOODIE, P. F. Polymorphism for breeding colors in *Gasterosteus aculeatus*. II. Reproductive success as a result of convergence for a threat display. **Evolution**, vol. 34, p. 1050-1059, 1980.
- HARRACA, V.; RYNE, C.; IGNELL, R. Nymphs of the common bed bug (*Cimex lectularius*) produce anti-aphrodisiac defence against conspecific males. **BMC biology**, v. 8, p. 121, 2010.
- HEAL, J. R. Colour patterns of Syrphidae. IV. Mimicry and variation in natural populations of *Eristalis tenax*. **Heredity**, vol. 49, p. 95-109, 1982.

- HUSSEY, R. F. Observations on *Pachycoris torridus* (Scop.), with remarks on parental care in other Hemiptera. Bulletin of the Brooklyn, **Entomological Society**, vol. 29, p. 133-145, 1934.
- JORON, M. et al. Variable selection and the coexistence of multiple mimetic forms of the butterfly *Heliconius numata*. **Evolutionary Ecology**, vol. 13, p. 721-754, 1999.
- LANDA, E. R. Albert H. Munsell: a sense of color at the interface of art and science. **Soil Science**, vol. 169, n. 2, p. 83-89, 2004.
- LEAL, W. S. **Evolution of sex pheromone communication in plant-feeding scarab beetles**. In: Cardé RT, Minks AK (eds) Insect pheromone research: new directions. Chapman and Hall, New York, 1997, p 505–513.
- MCLAIN, D. K. Coevolution: *Mullerian mimicry* between a plant bug (Miridae) and a seed bug (Lygaeidae) and the relationship between host plant choice and unpalatability. **Oikos**, vol. 43, p. 143–148, 1984.
- MONNIN, T.; PEETERS, C. Dominance hierarchy and reproductive conflicts among subordinates in a monogynous queenless ant. **Behavioral Ecology**, v. 10, p. 23 – 32, 1999.
- MONTE, O. Algumas variações nos desenhos e cores de *Pachycoris torridus* (Scopoli). **O Campo**, n. Janeiro, p. 71, 1937.
- MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**. Baltimore: Macbeth Division of Kollmorgen, 1976. (Mathefinish collection).
- NAVA, D. E.; DELMAR, S. Insetos Praga e Benéficos na Cultura do Tunga. **Embrapa Clima Temperado**, 2009.
- OHNO, K.; ALAM, M.Z. Hereditary basis of adult color polymorphism in the southern green stink bug, *Nezara viridula* Linné (Heteroptera: Pentatomidae). **Applied Entomology and Zoology**, vol. 27, p. 133-139, 1992.
- OLIVEIRA, H. N. De; SILVA, C. J. Da. Artrópodes Benéficos na Cultura do Pinhão-Manso em Mato Grosso do Sul. **Embrapa**, n. 1, p. 1–4, 2011.
- PANTENE. **Sistema de Cores**. Disponível em: <<http://www.pantonebr.com.br/quem%20somos.html>>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- PAST. Disponível em: <<http://nhm2.uio.no/norlex/past/download.html>>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- PEREDO, L. C. Description, Biology, and Maternal Care of *Pachycoris Klugii* (Heteroptera: Scutelleridae). **Florida Entomologist**, v. 85, n. 3, p. 464–473, 2002.
- PHEROBASE, 2015. <<http://www.pherobase.com/database/compound/compounds-index.ph>> Disponível em: 07 de abril de 2015. Acesso em: 07 de abril de 2015.
- PIKART, T. G. et al. New chromatic pattern and first register of *Pachycoris torridus* damaging *Coffea arabica* fruits in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil (Hemiptera: Scutelleridae). **Entomologia Generalis**, vol. 33, p. 207-211, 2011.

RAL. **Sistema de Cores**. Disponível em: <<http://www.coresral.com/>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

RIZZO, H.F.E. Aspectos morfológicos y biológicos de *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Agronomia Tropical Maracay**, vol. 18, p. 249-274, 1968.

RODRIGUES, S. R. et al. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoris torridus* em pinhão – manso. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 356–360, 2011.

ROTHSCHILD, M.; KELLETT, D. Reactions of various predators to insects storing heart poisons. **Journal of Entomology A**, vol. 46, p. 103-110, 1972.

RUXTON, G. D.; SHERRATT, T. N.; SPEED, M. P. Avoiding attack: The evolution of crypsis, warning signals and mimicry. **Oxford University Press**, New York, 2004.

SÁNCHEZ-SOTO, S.; MILANO, P. e NAKANO, O. Nova Planta Hospedeira e Novos Padrões Cromáticos de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera : Scutelleridae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. February, p. 109–111, 2004.

SANTOS, J. C. et al. Ecology and behavior of *Pachycoris torridus* (Hemiptera: Scutelleridae): new host plant , color polymorphism , maternal care and parasitism. **Lundiana**, v. 6, n. 2, p. 107–111, 2005.

SATURNINO, H.M. et al. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.44-78, 2005.

SCHUH, R.T.; SLATER, J. A. **True Bugs of the World**. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1995.

SCHWERTNER, C.F.; ALBUQUERQUE, G.S.; GRAZIA, J. Descrição dos estádios imaturos de *Acrosternum (Chinavia) ubicum* Rolston (Heteroptera, Pentatomidae) e efeitos do alimento no tamanho e coloração das ninfas. **Neotropical Entomology**, vol. 31, p. 571-579, 2002.

SLEDGE, M. F. et al. Recognition of social parasites as nest-mates: adoption of colony-specific host cuticular odours by the paper wasp parasite *Polistes sulcifer*. **Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences**, vol. 268, p. 2253 – 2260, 2001.

SOUZA, G. K. et al. Color polymorphism in *Pachycoris torridus* (Hemiptera: Scutelleridae) and its taxonomic implications. **Revista Chilena De Historia Natural**, v. 85, n. 3, p. 357–359, 2012.

SQUIRE, F.A. A study of *Mormidea poecila* Dall. **Agriculture Journal British Guiana**, vol. 4, p. 245-252, 1934.

STADDON, B. W. The scent glands of Heteroptera. **Advances in Insect Physiology**, vol. 14, p. 351–418, 1979.

STILES, E. W. Evolution of color patterns and pubescence characteristics in male bumblebees: automimicry vs. thermoregulation. **Evolution**, vol. 33, p. 941-957, 1979.

VASCONCELLOS-NETO, J.; GONZAGA, M. O. Evolução de padrões de coloração em artrópodes. **Ecologia e Comportamento de Insetos**, v. 8, n. Série Oecologia Brasiliensis, p. 337–370, 2000.

VECCHIO, M.C. del; GRAZIA, J. Estudo dos imaturos de *Oebalus ypsilongriseus* (De Geer, 1773): II - Descrição das ninfas (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, vol. 22, p. 109-120, 1993.

VECCHIO, M.C. del; GRAZIA, J.; HILDEBRAND, R. Estudo dos imaturos de pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: V - *Acrosternum bellum* Rolston, 1983 com a descrição da genitália da fêmea. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, vol.17, p. 467-482, 1988.

WILLIAMS, L.; EVANS, P. E.; BOWERS, W. S. Defensive chemistry of an aposematic bug, *Pachycoris stallii* Uhler and volatile compounds of its host plant *Croton californicus* Muell.- Arg. **Journal of Chemical Ecology**, vol. 27, p. 203-216, 2001.

WINK, M. et al. Sequestration of phorbolsters by the aposematically coloured bug *Pachycoris klugii* (Heteroptera: Scutelleridae) feeding on *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae). **Chemoecology**, vol. 10, p. 179-184, 2000.

ANEXOS A

Quadro 4 - Temas de pesquisas concluídas, em processo de escrita dos artigos.

1	Levantamento de publicações (uma prévia da revisão sistemática) em Ecologia Química.
2	Protocolo Eletrônico de Levantamento das Publicações em Ecologia Química – PELPEQ.
3	Criação de <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) com mudas de <i>Jatropha curcas</i> L. (Euphorbiaceae).
4	Aplicação de técnicas de acupuntura no desenvolvimento de mudas de <i>Jatropha curcas</i> L. (Euphorbiaceae).
5	Avaliação da Aplicação de técnicas de acupuntura em mudas de <i>Jatropha curcas</i> L. (Euphorbiaceae) no controle comportamental de <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae).
6	Aplicação de técnicas de acupuntura em <i>Jatropha curcas</i> L. (Euphorbiaceae) no diagnóstico de doenças.
7	Identificação dos feromônios de alarme de <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae).
8	Avaliação da preferência por mudas de diferentes culturas por <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae).
9	<i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae): avaliação de agregação, isolamento e fitofagia de adultos e estádios ninfais (2º, 3º, 4º e 5º instar) da espécie.
10	Avaliação comportamental de <i>Pachycoris torridus</i> (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) após Indução do stress.
11	Avaliação da dinâmica do fluxo de entrada e saída de insetos em plantas da espécie <i>Jatropha curcas</i> (Linnaeus) (Euphorbiaceae).
12	Práticas laboratoriais desenvolvidas nos principais laboratórios de semioquímicos do Brasil.
13	Distribuição de ordem, família, espécie e atividade comportamental de 12 semioquímicos a partir dos principais portais de bases de busca (Bireme, Scielo, Lilacs, Periódicos da CAPES, Wiley) e dos sites Pherobase e Pherolist.

Fonte: Elaborada pela autora.

ANEXO B

Quadro 5 - Resumos publicados em eventos nacionais e internacionais.

Nº	Título do Resumo	Evento Nacional/ Internacional	Local/ Ano	Tipo de apresentação	Autores
1	Avaliação dos estímulos olfativos envolvidos no comportamento de <i>Pachycoris torridus</i>	VII Encontro Brasileiro de Ecologia Química – EBEQ (Nacional)	Niterói-RJ/2011	Oral	ANDRÉA M. V. FERREIRA Mariana Santos Gomes de Oliveira Antônio Euzébio Goulart Sant' Ana Fábio Luiz Fregadolli Lud'milla Monique Ferreira Dorville Marcos Antônio Barbosa Moreira
2	Efeitos dos Compostos Orgânicos Voláteis de <i>Nopalea cochenilifera</i> e <i>Diaspis echinocacti</i> (HEMIPTERA: STERNORRHYNCHA: DIASPIDIDAE) no comportamento de <i>Zagreus bimaculosus</i> (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE).	VII Encontro Brasileiro de Ecologia Química – EBEQ (Nacional)	Niterói-RJ/2011	Pôster	Mariana Santos Gomes de Oliveira ANDRÉA M. V. FERREIRA Andreza Gonçalves João Gomes Costa Antônio Euzébio Goulart Sant' Ana
3	Busca da composição feromonal de <i>Corythucha gossypii</i> , <i>Cyclocephala melanocephala</i> e <i>Pachycoris torridus</i>	ENERBIOMASSA (Internacional)	Maceió-AL/2002	Oral	ANDRÉA M. V. FERREIRA Mariana S. G. de Oliveira Maria J. C. da Silva Renata Monteiro Silva Domingos L. P. Macuvele Edjane Vieira Pires Henrique F. Goulart Antônio Euzébio Goulart Sant' Ana Fábio L. Fregadolli Paulo Vanderlei Ferreira Laurício Endres
4	Alarm pheromones of <i>Pachycoris torridus</i>	II Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology – ALAEQ (Internacional)	Cordoba, Argentina, 2012	Oral	ANDRÉA M. V. FERREIRA Maria J. C. da Silva Fábio L. Fregadolli Mariana S. G. de Oliveira Renata M. Silva Lauricio Endres Henrique F. Goulart Wbyratan L. da Silva Sanielly P. A. dos Santos

					Antônio E. G. Santana
5	Organic Volatile Compounds of <i>Corythucha gossypii</i> (Heteroptera, Tingidae)	II Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology – ALAEQ (Internacional)	Cordoba, Argentina, 2012	Pôster	ANDRÉA M. V. FERREIRA Domingos L. P. Macuvele Mariana S. G. de Oliveira Fábio L. Fregadolli Maria J. C. da Silva Renata M. Silva Andreza H. da S. Golçalves Lauricio Endres Henrique F. Goulart Jeferson, C. Oliveira Antônio E. G. Santana
6	Comparação dos compostos orgânicos voláteis de <i>Cyclocephala melanocephala</i> identificados através do cálculo do KI e Biblioteca do Espectrômetro de Massa	II Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology – ALAEQ (Internacional)	Cordoba, Argentina, 2012	Pôster	ANDRÉA M. V. FERREIRA Maria J. C. da Silva Fábio L. Fregadolli Renata M. Silva Lauricio Endres Henrique F. Goulart Wbyratan L. da Silva Adriellen P. Carvalho Carla M. L. Silva Antônio E. G. Santana
7	Semiochemicals involved in the interaction between cowpea bean (<i>Vigna unguiculata</i> Walp) and black aphid (<i>Aphis craccivora</i> Koch)	II Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology – ALAEQ (Internacional)	Cordoba, Argentina, 2012	Pôster	Domingos L. P. Macuvele ANDRÉA M. V. FERREIRA Mariana S. G. de Oliveira Roseane Predes João G. da Costa Antônio E. G. Sant' Ana
8	Automated Identification (System Vitek2) rhizobacteria isolated in Alagoas: biochemical characterization	II Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology – ALAEQ (Internacional)	Cordoba, Argentina, 2012	Pôster	Maria J. C. da Silva ANDRÉA M. V. FERREIRA Velber X. Nascimento Sebastião F. P. Junior Kleber F. S. C. Junior Jessyca B. C. Galindo Tania M. C. dos Santos Domingos L. P. Macuvele Sarah Já. C. da Silva Antônio E. G. Sant' Ana

9	Colorimetric assay for determination of auxin by <i>Serratia marcescens</i>	II Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology – ALAEQ (Internacional)	Cordoba, Argentina, 2012	Pôster	Maria J. C. da Silva ANDRÉA M. V. FERREIRA Jessyca B. C. Galindo Sebastião F. P. Junior Velber X. Nascimento Eurico E. P. de Lemos Tania M. C. dos Santos Nadia S. J. Serra Domingos L. P. Macuvele Antônio E. G. Sant' Ana ¹
10	Phosphate solubilization by rhizobacteria	II Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology – ALAEQ (Internacional)	Cordoba, Argentina, 2012	Pôster	Maria J. C. da Silva ANDRÉA M. V. FERREIRA Maurício Marcelino de Sousa Alves Sebastião F. P. Junior Velber Xavier Nascimento Eurico E. P. de Lemos Tania M. C. dos Santos Karlos Antonio Lisboa Ribeiro Júnior Alessandro Riffel Antônio E. G. Sant' Ana
11	Papel dos Compostos Orgânicos voláteis induzidos pela herbivoria- Uma alternativa para incrementar o controlo biológico de Pragas na Agricultura	Jornadas Científicas e Tecnológicas de Moçambique/ África do Sul, 2013 (Internacional)	Moçambique/ África do Sul, 2013	Oral	Domingos L. P. Macuvele Nascimento, V. L Roseane C. P. Trindade João G. da Costa ANDRÉA M. V. FERREIRA Mariana S. G. Oliveira Henrique F. Goulart Antônio E. G. Sant' Ana
12	<i>Cis</i> -jasmone induces a production of repellent compounds in cowpea, <i>Vigna Unguiculata</i>	III Congress of the Latin American Association of Chemical Ecology – ALAEQ, (Internacional)	Bogotá, Colombia, 2014	Pôster	Domingos L. P. Macuvele ANDRÉA M. V. FERREIRA Mariana S. G. Oliveira Roseane C. P. Trindade João G. da Costa Henrique F. Goulart Antônio E. G. Sant' Ana

Fonte: Elaborada pela autora.