

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

Djison Silvestre dos Santos

DESEMPENHO E PREDACÃO DE *Eriopis connexa* (GERMAR, 1824)
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) COM DIFERENTES PRESAS E RESPOSTA
OLFATIVA AOS VOLÁTEIS EMITIDOS POR ADULTOS

Rio Largo, AL

2016

DJISON SILVESTRE DOS SANTOS

DESEMPENHO E PREDACÃO DE *Eriopis connexa* (GERMAR, 1824)
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) COM DIFERENTES PRESAS E RESPOSTA
OLFATIVA AOS VOLÁTEIS EMITIDOS POR ADULTOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências
Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas,
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Doutor em Proteção de Plantas.

Orientadora: Profa Dra Roseane Cristina Predes Trindade

Coorientadores: Prof. Dr. Jorge Braz Torres

Prof. Antônio Euzébio Goulart Santana

Rio Largo, AL

2016

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecária Responsável: Janaina Xisto de Barros Lima

S237d Santos, Djison Silvestre dos.

Desempenho e predação de *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) com diferentes presas e resposta olfativa aos voláteis emitidos por adultos / Djison Silvestre dos Santos. – 2016.

79 f. : il.

Orientadora: Roseane Cristina Predes Trindade.

Coorientador: Jorge Braz Torres.

Coorientador: Antônio Euzébio Goulart Santana.

Tese (doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2017.

Inclui bibliografia e anexo.

1. Coccinelídeos. 3. Predação. 4. Ecologia química. I. Título.

CDU: 595.763

Folha de aprovação

DJISON SILVESTRE DOS SANTOS

Desempenho e Predação de *Eriopisconnexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) com Diferentes Presas e Resposta Olfativa para Voláteis emitidos por Adultos

Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 16 de dezembro de 2016.

Roseane Cristina Predes Trindade

Prof.^a. Dr.^a. Roseane Cristina Predes Trindade – Universidade Federal de Alagoas
(Orientadora)

Banca examinadora:

Maurício Silva de Lima
Prof. Dr. Maurício Silva de Lima
Membro Titular

Alice Maria Nascimento de Araújo
Prof.^a Dr.^a Alice Maria Nascimento de Araújo
Membro Titular

Sônia Maria Forti Broglio
Prof.^a Dr.^a Sônia Maria Forti Broglio
Membro Titular

A Deus, pela força a mim concedida a cada dia de labuta na realização deste trabalho, a minha amada esposa Josilene e ao meu filho Arthur,

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser Luz na minha vida.

À Universidade Federal de Alagoas, ao Centro de Ciências Agrárias e ao Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Laboratório de Entomologia: controle alternativo de pragas e ao Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPQRN) (UFAL) indispensáveis na realização dos bioensaios.

À Professora Dr^a Roseane Cristina Predes Trindade, pela orientação, confiança, apoio, paciência ensinamentos e parceria na realização deste estudo. Muito obrigado!

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas da UFAL por todos os ensinamentos e por não medirem esforços no desenvolvimento do Programa de Pós-graduação. Em especial a Prof.^a Dr^a Sônia Maria Forti Broglio por toda ajuda durante todo o curso e conhecimentos transmitidos

Ao Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart de Sant'Ana, pela receptividade, disponibilidade e pelos inúmeros favores prestados.

Ao Professor Dr. Jorge Braz Torres, pelo apoio e conhecimento que me foi passado.

À minha amada esposa Josilene Mota pela amizade, amor, companheirismo, compreensão, dedicação e paciência nesta minha trajetória acadêmica e ao meu pequeno Arthur Mota dos Santos, que me fez descobrir a fantástica sensação de ser pai.

Aos meus pais, Mauro Aureliano dos Santos e Maria José Silvestre dos Santos, que desde cedo me transmitiram o incentivo aos estudos e o vigor de lutar sempre pela concretização dos meus sonhos.

Ao meu irmão, Dalison Silvestre dos Santos pela confiança e amizade.

À Simone Silva da Costa que entre brigas e reconciliações nos tornamos irmãos, pelo carinho, risadas e viagens.

Aos amigos que me provaram o valor de uma verdadeira amizade, Paulo Henrique Tavares Santos Farias (Amigão), Mirandy Dias, Pedro Silva, Lindinalva dos Santos, Maria Inajal Rodrigues da Silva das Neves, Anderson Rodrigues Sabino, Ronycleide da Silva Sousa Bernardo, Gilson Bernardo dos Santos, Emerson dos Santos Ferreira, Anilde

da Graça Maciel, Hully Monáise Alencar Lima, Letice Souza da Silva, Izabel Vieira de Souza e José Rosildo Tenório dos Santos.

RESUMO

O conhecimento da ecologia trófica e química de insetos predadores é algo bastante importante, pois ajuda a compreender a dinâmica da população de inimigos naturais e melhorar as estratégias para o uso destes no controle biológico de pragas. Neste sentido, este trabalho objetivou estudar o desempenho e a taxa de predação da joaninha *Eriopsis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre diferentes presas e resposta olfativa de adultos do predador, visando o conhecimento da comunicação química intraespecífica. Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia: controle alternativo de pragas e no Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPQRN) da Universidade Federal de Alagoas. O consumo dos afídeos *B. brassicae* e *A. craccivora* pelos diferentes estádios de *E. connexa* foi determinado empregando-se presas de três idades: ninfas neonatas; ninfas de terceiro instar e adultos nas densidades de 120, 50 e 50 pulgões, respectivamente. No bioensaio de resposta funcional foram avaliados o comportamento de larvas de quarto instar e adultos de *E. connexa* nas densidades de 20, 30, 40 50, 60 e 70 pulgões para ambas as presas. Joaninhas alimentadas com *B. brassicae* apresentaram maior tempo de desenvolvimento com 15,8 dias e viabilidade larva-adulto de 36,6%, enquanto que os tratamentos com *A. craccivora* e ovos de *A. kuehniella* obtiveram 13,8 e 13 dias e viabilidade de 76,6 e 80%, respectivamente. O consumo de ninfas e adultos dos pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* por larvas e adultos de *E. connexa*, aumentou com a idade do predador independentemente da idade da presa, também não foi observado diferença sobre preferência na predação entre as espécies de presas. Quanto a resposta funcional de larvas de quarto instar e adultos de *E. connexa*, ambas apresentaram resposta funcional tipo II para os pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* com máximo consumo/dia, respectivamente, de 30,3 e 31,8 por larvas e 36,3 e 34,6 por adultos. A atividade biológica dos extratos dos insetos (macho e fêmeas) foram comprovadas através de análise de bioensaios em olfatômetro de dupla escolha em Y. Para os resultados comportamentais de *E. connexa* foram observados que a maior predominância de cópula ocorreu entre o quarto e quinto dia. Já para os resultados da resposta olfativa, os insetos testados não mostraram-se atraídos pelos extratos coletados pelos machos e fêmeas. Os resultados sobre os aspectos biológicos e predação permite concluir que o pulgão *B. brassicae* não apresenta qualidades nutricionais adequadas para um bom desenvolvimento da joaninha *E. connexa*, em comparação ao pulgão *A. craccivora*. No entanto, as larvas e adultos das joaninhas exibiram resposta funcional com aumento de predação em ambos os pulgões. Para os resultados da resposta olfativas não foi verificada atração de nenhum extrato coletados dos insetos.

Palavras-chave: Coccinélídeos. Predação. Ecologia química.

ABSTRACT

Knowledge of the trophic and chemical ecology of predatory insects is quite important because it helps to understand the population dynamics of natural enemies and to improve strategies for their use in the biological control of pests. In this sense, the objective of this work was to study the performance and rate of predation of the *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) on different preys and adult olfactory response of the predator, aiming at the knowledge of intraspecific chemical communication. The studies were conducted at the Entomology Laboratory: alternative pest control and at the Natural Resources Research Laboratory (LPQRN) of the Federal University of Alagoas. The consumption of *B. brassicae* and *A. craccivora* aphids by the different stages of *E. connexa* was determined using prey of three ages: neonatal nymphs; Third instar nymphs and adults at densities of 120, 50 and 50 aphids, respectively. In the functional response bioassay the behavior of fourth instar larvae and adults of *E. connexa* at densities of 20, 30, 40, 50, 60 and 70 aphids for both prey were evaluated. Ladybugs fed *B. brassicae* had a longer development time of 15.8 days and larva-adult viability of 36.6%, whereas treatments with *A. craccivora* and *A. kuehniella* eggs obtained 13.8 and 13 days and viability of 76.6 and 80%, respectively. The consumption of nymphs and adults of *B. brassicae* and *A. craccivora* aphids by larvae and adults of *E. connexa* increased with the age of the predator regardless of the age of the prey, nor was there any difference in prey preference among prey species. Regarding the functional response of fourth instar larvae and adults of *E. connexa*, both presented functional response type II for aphids *B. brassicae* and *A. craccivora* with maximum consumption / day, respectively, of 30.3 and 31.8 per larvae and 36.3 and 34.6 per adult. The biological activity of the extracts of the insects (male and female) were verified through analysis of bioassays in double-choice olfactometer in Y. For the behavioral results of *E. connexa*, it was observed that the highest predominance of copulation occurred between the fourth and fifth day. As for the results of the olfactory response, the insects tested were not attracted to extracts collected by males and females. The results on the biological aspects and predation allows to conclude that the *B. brassicae* aphid does not present adequate nutritional qualities for a good development of the *E. connexa* ladybug compared to the *A. craccivora* aphid. However, larvae and adults of the ladybugs exhibited functional response with increased predation in both aphids. For the olfactory response results no attraction of any extract collected from the insects was observed.

Key-words: Coccinellidae. Predation. Chemical ecology.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características biológicas (\pm EP) e viabilidade (%) das fases imaturas e peso de adultos de <i>Eriopis connexa</i> alimentados com os pulgões <i>Brevicoryne brassicae</i> , <i>Aphis craccivora</i> e da presa alternativa ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> . Temp.: 25 ± 2 °C e 12h de fotofase.	54
Tabela 2 - Consumo médio diário (\pm EP) de ninfas e adultos de <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Aphis craccivora</i> predadas por larvas e adultos de <i>Eriopis connexa</i>	55
Tabela 1 - Equação de disco de Holling e tipo de resposta funcional de larvas e adultos de <i>Eriopis connexa</i> predando os pulgões <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Aphis craccivora</i>	66
Tabela 2 - Tempo de manipulação e taxa de ataque de larvas e adultos de <i>Eriopis connexa</i> alimentadas com os pulgões <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Aphis craccivora</i>	67
Tabela 1 - Frequência de cópula observada em <i>Eriopis connexa</i> de diferentes idades (n = 15 casais).	75

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Resposta funcional de larvas de quarto instar (A) e adultos (B) de *Eriopis connexa* submetidas a diferentes densidades do pulgão *Brevicoryne brassicae*68
- Figura 2 - Resposta funcional de larvas de quarto instar(A) e adultos (B)de *Eriopis connexa* em submetidas diferentes densidades do pulgão *Aphis craccivora*.....69
- Figura 1 - Resposta olfativa em olfatômetros em Y, utilizando extratos de macho e fêmea de *Eriopis connexa* vs. Controle (Hexano), testados para macho e fêmeas desta espécie77

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
REVISÃO DE LITERATURA	14
Coccinélídeos	14
Joaninha <i>Eriops connexa</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) ..	17
Pulgão Preto <i>Aphis craccivora</i> Koch 1854 (Hemiptera: Aphididae)	18
Pulgão-da-Couve <i>Brevicoryne brassicae</i> (L.) (Hemiptera: Aphididae)	19
Resposta Funcional	20
Comunicação Química em insetos	21
Feromônios	22
Feromônio sexual	22
Feromônio de alarme	23
Feromônio de marcação ou território	23
Feromônio de trilha	24
Feromônio de Agregação	24
Aleloquímico	24
Alomônios	24
Cairomônios	25
Sinomônios	25
Evidência de Feromônios em Coccinellidae	26
Interação tritrófica: planta x herbívoro x inimigo	26
REFERÊNCIAS	27

Biologia de <i>Eriopis connexa</i> (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) e predação de pulgões <i>Brevicoryne brassicae</i> (L.) e <i>Aphis craccivora</i> Kock (Hemiptera: Aphididae)	40
RESUMO	40
ABSTRACT	41
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS	43
Origem e Criação do Predador e Presas	43
Aspectos Biológicos de <i>Eriopis connexa</i>	44
Consumo de <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Aphis craccivora</i> por <i>Eriopis connexa</i>.	45
RESULTADOS	46
Aspectos Biológicos de <i>Eriopis connexa</i>	46
Consumo de <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Aphis craccivora</i> por <i>Eriopis connexa</i>.	47
DISCUSSÃO	47
CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	50
Resposta funcional de <i>Eriopis connexa</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) para os pulgões <i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758) e <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1858 (Hemiptera: Aphididae)	56
RESUMO	56
ABSTRACT	57
INTRODUÇÃO	58
MATERIAL E MÉTODOS	59
Obtenção e Criação do Predador e Presas	59
Resposta Funcional de <i>Eriopis connexa</i> sobre os pulgões <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Aphis craccivora</i>	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO	61

CONCLUSÃO	64
Resposta Olfativa da joaninha <i>Eriopis connexa</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) para voláteis de machos e fêmeas.	70
RESUMO	70
ABSTRACT	71
INTRODUÇÃO	72
MATERIAL E MÉTODOS	73
Criação dos Insetos.	73
Determinação da idade de resposta.	73
Coleta de voláteis de macho e fêmeas.	73
Resposta comportamental.	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
Determinação da idade de resposta.	75
Resposta comportamental.	76
CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS	78

INTRODUÇÃO GERAL

Insetos predadores têm recebido bastante atenção, pois são considerados reguladores eficazes de populações de insetos-praga, constituindo-se num importante instrumento para o controle biológico (OBRYCKI; KRING, 1998; CARDOSO; LAZZARI, 2003). Existe uma grande diversidade de espécies de insetos predadores de importância econômica, sendo Coccinellidae representada por coleópteros conhecidos como joaninhas ou coccinelídeos. Os membros desta família são controladores naturais de muitas pragas por serem predadores durante a fase larval e adulta, alimentam-se de diferentes presas, principalmente daquelas pertencentes à ordem Hemiptera. Os coccinelídeos são predadores vorazes, podendo ser encontrados em todos os agroecossistemas, possuindo uma grande capacidade de busca por suas presas (HODEK, 1973).

Nesse grupo de predadores, a joaninha *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) possui destaque, uma vez que é uma espécie que possui hábitos alimentares bastante diversificados, predando uma grande gama de pragas (MILLER; PAUSTIAN, 1992; MILLER, 1995; SARMENTO et al., 2007; SILVA et al., 2009). Este predador pertence à subfamília Coccinellinae, a qual possui como principal presa insetos pertencentes à família Aphididae (SLIPINSKI, 2007). Contudo, esses predadores ainda podem sobreviver alimentando-se de outras presas, como ovos de alguns lepidópteros e outros artrópodes (SILVA et al., 2013).

Os recursos alimentares utilizados pelas joaninhas predadoras dependem muito da abundância da presa disponível, como também, da qualidade nutricional dessas no ambiente onde vivem, pois estes fatores podem influenciar no bom desempenho e estratégia destes inimigos naturais (DIXON, 2000). Silva et al. (2013), estudando os aspectos biológicos da joaninha *E. connexa* alimentada com ninfas de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856), (Hemiptera: Aphididae), verificaram que este predador apresentou um período médio para fase larval de 8,5 dias e 12,3 dias para larva-adulto. Oliveira; Wilcken; Matos (2004), também estudando esta espécie, observaram que uma larva de *E. connexa* pode consumir até 21,3 pulgões/dia e os adultos predam uma média de 31,03 pulgões/dia da espécie *Cinara atlantica* Wilson, 1919 (Hemiptera: Aphididae), podendo contribuir para redução desta praga em campo.

Insetos benéficos são sensíveis aos sinais químicos liberados no ambiente, sendo capaz de detectar e processar substâncias químicas que conduzem informações importantes para a sobrevivência e reprodução (VILELA; PALLINI, 2002). Os sinais químicos utilizados pelos insetos são divididos em dois grupos: os aleloquímicos, que atuam no processo de busca pelo alimento como hospedeiro, podendo agir como alomônios, cairomônios, sinomônios entre outros, dependendo dos organismos que emitem e recebem os sinais (LEAL, 2005). Os feromônios, por sua vez, também podem exercer importantes funções na procura de hospedeiros, marcadores de trilha em direção a uma fonte alimentar, como estímulo à agregação ou atraentes sexuais, facilitando o encontro de parceiros, para acasalamento e oviposição (VILELA; DELLA LUCIA, 2001). Até o momento, os dados sobre feromônios de coccinelídeos ainda são bastante limitados, poucos dos estudos relacionados a este grupo de insetos, são voltados ao comportamento de agregação durante a hibernação ou mecanismos de defesa destes insetos (coloração aposemática) (VILELA; DELLA LUCIA; OLIVEIRA, 1986; HEMPTINNE et al. 2001; WHEELER; CARDÉ, 2013).

A utilização da informação química de menores níveis tróficos pelos predadores de insetos herbívoros aumenta de forma adaptativa a eficiência do predador, reduzindo o tempo que procura e aumentando as taxas de ataque sobre a presa (NINKOVIC; ABASSI; PETERSSON, 2001). Inimigos naturais conseguem diferenciar a emissão de voláteis de planta danificada pelo complexo planta-herbívoro de uma planta saudável, sem danos (DICKE, 1994). É o caso da joaninha *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae), que localiza suas presas devido à emissão de voláteis liberados por plantas de tomate atacadas pelo pulgão *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Hemiptera: Aphididae) MOREIRA et al. 2004). A manipulação e conhecimento sobre a ecologia trófica e química de inimigos naturais, possuem alto potencial para melhorar estratégias de controle de pragas. Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar o desempenho e capacidade predatória da joaninha *E. connexa* sobre diferentes presas e resposta olfativa, visando o conhecimento da comunicação química intraespecífica de indivíduos.

REVISÃO DE LITERATURA

Coccinélídeos

O controle biológico é um dos principais pilares do manejo integrado de pragas (MIP), que consiste no emprego de inimigos naturais como predadores, parasitoides e entomopatógenos para manter o equilíbrio populacional de pragas nos sistemas agrícolas. Dentre estes agentes de controle biológico, os predadores vêm recebendo bastante atenção, pois são considerados uma das principais defesas extrínsecas das plantas contra insetos fitófagos (WHITCOMB, 1981), apresentando inúmeras famílias importantes, como: Pentatomidae, Reduviidae, Carabidae, Chrysopidae, Syrphidae, Formicidae e Coccinellidae, sendo esta última considerada o grupo mais importantes de predadores (GRAVENA; CUNHA, 1991; OLIVEIRA et al., 2004).

Os insetos conhecidos como joaninhas, pertencentes a família Coccinellidae são importantes predadores, apresentando aproximadamente 360 gêneros e 6.000 espécies distribuídas em todo mundo (VANDENBERG, 2002). Os integrantes pertencentes a esta família possuem um diversificado hábito alimentar e, por esse motivo são classificados como: micófagos, aqueles que consomem fungos, que muitas vezes são prejudiciais a várias plantas cultivadas; fitófagos, que se alimentam de material vegetal, sendo consideradas pragas de algumas culturas e entomófagos, que se alimenta exclusivamente de insetos (MAJERUS, 1994). As joaninhas entomófagas podem ser consideradas polífagas, mesmo sendo conhecidas como principal modelo de predadores de afídeos (WEBER; LUNDGREN, 2009). Em épocas de escassez de alimentos (presas) as joaninhas podem passar a se alimentar de pólen ou néctar, voltando a ovipositar após o período de escassez (MEDEIROS et al., 2010; SANTOS, et al. 2016).

As joaninhas exibem grande capacidade de busca e voracidade, ocupando todos os agroecossistemas, além de serem predadores, tanto no estágio de larva como no de adulto e está qualidade as tornam bastante sensíveis as mudanças de densidade de presas, devido a boa sincronização com as populações de artrópodes-praga. As fêmeas de joaninhas, na sua maioria, ovipositam nos mais diferentes lugares, no entanto, tem preferência para oviposição em locais colonizados por presas de suas larvas (HODEK 1967). Após a eclosão das larvas, essas se dispersam sobre a planta à procura de presas, permanecendo restritas as condições daquele lugar, devido à baixa capacidade de busca e

dispersão (FERRAN; DIXON, 1993). Os adultos podem voar a procura de um novo habitat, ainda havendo disponibilidade de alimento no local (HODEK, 1967).

O reconhecimento de alimentos pelos adultos de joaninhas não é um processo totalmente aleatório, sendo parcialmente direcionado por pistas visuais e olfativas (SEAGRAVES, 2009). No entanto, o forrageamento das larvas se dá através da mecanopercepção e quimiopercepção (STORCH, 1976; HEIDARI; COPLAND, 1992). Estes inimigos naturais quando comparados com outros, apresentam algumas vantagens, como maior agressividade, maior tamanho corporal, além de serem bem protegidas contra a predação (WEBER; LUNDGREN, 2009).

As principais espécies de joaninhas predadoras no Brasil são *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), *E. connexa* (Germar, 1824), *Hippodamia convergens* (Guérin, 1842), *Coleomegilla maculata* (De Geer, 1775), *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), *Scymnus* spp. *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant e *Zagreus bimaculosus* (GASSEN, 1986; GRAVENA, 2005; ARAUJO-SIQUEIRA; ALMEIDA, 2006; CORRÊA, 2008; TORRES et al., 2009; MEDEIROS et al. 2010).

Estes insetos predadores são considerados reguladores eficientes de populações de pragas, minimizam a necessidade da intervenção do homem no agroecossistema. O hábito predador destes insetos, faz com que muitas espécies sejam consideradas para implantação em programas de controle biológico (BALDUF, 1935; CALTAGIRONE; DOUTT, 1989). O comportamento do predador, a cultura que é utilizada e o modo de utilização são características importantes na introdução de membros desta família como agentes de controle biológico (HODEK; HONEK, 1996).

A introdução da joaninha *Rodolia cardinalis* (Mulsant 1850) em 1888, na Califórnia, EUA, visando ao controle da cochonilha *Icerya purchasi* Maskell (Hemiptera: Margarodidae) conhecida como pulgão-branco-dos-citros, foi considerada o início do controle biológico clássico no mundo, além de ser um dos principais exemplos de sucesso do controle biológico com joaninhas (CALTAGIRONE; DOUTT, 1989). A entrada foi tão bem sucedida que o controle desta praga foi alcançado nos dois primeiros anos após a liberação de *R. cardinalis*. No Brasil, em 1998, a joaninha predadora *C. montrouzieri* Mulsant foi introduzido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, com a finalidade de ser utilizada em programas de controle biológico da cochonilha-branca-dos-citros *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) (GRAVENA, 2003). Outro caso de introdução de joaninhas no Brasil, foi o da *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)

(Coleoptera: Coccinellidae), conhecida como joaninha multicolorida da Ásia, embora introduzida acidentalmente no país (ALMEIDA; SILVA, 2002). Foi registrado pela primeira vez em abril de 2002, no Estado do Paraná na cidade de Curitiba alimentando-se de *Tinocallis kahawaluokalani* (Kirkcaldy) (Hemiptera: Aphididae) e *Cinara* spp. (Hemiptera: Aphididae). Esta espécie é considerada muito voraz, podendo ocorrer nos mais distintos habitats, além de possuir uma ampla gama de presas, no entanto, esta joaninha atua como um predador intraguilda, o que acarreta impactos ambientais (KOCH, 2003)

Os coccinélídeos são insetos holometábolos, que tem desenvolvimento completo e passam pelos estágios de ovo, quatro ínstaes larvais, que ao final do último ínstar paralisam a alimentação e se fixam ao substrato pela parte final do abdome, bem como ocorrem o escurecimento e endurecimento do tegumento, durante este período ocorre a fase de prepupa, pupa até a emergência do adulto (OLIVEIRA et al., 2004, SILVA et al., 2004, SILVA et al., 2009). No entanto, existem algumas espécies cujo o desenvolvimento pode se dar em três ou cinco ínstaes (HODEK; HONEK, 1996). A duração do ciclo de desenvolvimento varia de menos duas semanas até mais de dois meses, dependendo do tamanho, das condições térmicas e da quantidade e qualidade do alimento consumido (HODEK; HONEK, 1996; DREYER et al. 1997, GYENGE et al., 1998; CARDOSO; LÁZZARI, 2003, PERVEZ; OMKAR, 2004, LUNDGREN, 2009).

Os ovos são pequenos, alongados e podem apresentar coloração amarelada/alaranjada no início da oviposição e escurecida um pouco antes da eclosão das larvas. A maioria das espécies depositam seus ovos em grupos que permanecem presos ao substrato pela sua região basal, em folhas, galhos ou outros substratos sólidos. As espécies afidófagas e fitófagas depositam os ovos em grupos de 10 a 100; espécies coccidófagas depositam posturas menores ou com ovos isolados (HAGEN, 1962; IPERTI, 1999).

As larvas que se alimentam de afídeos e psilídeos eclodem após 5 dias; nas espécies coccidófagas, a incubação requer um tempo bem maior, em torno de 7 a 9 dias. Antes da ecdise, a larva cessa sua alimentação e utiliza seu órgão anal para se fixar ao substrato. A fase de prepupa é caracterizada pela larva de quarto ínstar que se prende ao substrato, permanecendo encurvada e não se alimenta. O quarto e último ínstar é geralmente os mais longos, e o consumo total de alimento bem como o tamanho dos

indivíduos são determinados nesse período (COSTA LIMA, 1953; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009).

As pupas não apresentam revestimento nas espécies que se alimentam de afídeos e psilídeos e nas espécies coccidófagas, as pupas são parcialmente cobertas e se desenvolvem dentro da exúvia larval. A pupa não é inteiramente imóvel, se molestada pode se mover empurrando o corpo para frente. Os adultos emergem com os élitros frágeis, claros e geralmente sem um padrão de coloração fixo. As asas membranosas permanecem estiradas para fora dos élitros até endurecer e aí então se dobram para encaixar sob os élitros (COSTA LIMA, 1953; IPERTI, 1999; MILLÉO et al., 2007; AGUIAR-MENEZES et al., 2008; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009).

Joaninha *Eriops connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae)

Dentre os coccinelídeos de importância agrícolas, destaca-se a *E. connexa* que tem ocorrência em países sul-americanos (GYENGE et al., 1998), sendo comumente encontrada em diversos cultivo (RODRIGUES et al., 2013), principalmente em cultivos olerícolas e associadas a infestações com pulgões. É uma espécie que possui hábitos alimentares polípagos (MILLER; PAUSTIAN, 1992; MILLER, 1995; SARMENTO et al., 2007; SILVA et al., 2009), atuando como predador de um grande número de artrópodes-praga.

A joaninha *E. connexa* pertence a subfamília Coccinellinae, a qual é representada principalmente por predadores de afídeos (GORDON, 1985). Segundo Oliveira et al., (2004) esta espécie é capaz de reduzir populações do pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae), em campos de *Pinus taeda* (L.) (Pinaceae). Sarmento et al., (2007), também estudaram o comportamento predatório deste predador e observaram que a *E. connexa* apresentou resposta funcional exponencial (Tipo II) para a presa *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) e sigmoidal (Tipo III) para o pulgão *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). Tal alteração de comportamento indica que esse predador adota estratégias diferentes de predação em função do tipo de presa.

Uma fêmea de *E. connexa* pode depositar, em média, 26 ovos por postura, em sua maioria os ovos são colocados em grupos. A fecundidade é variável, em função de vários fatores, em especial da alimentação, condições ambientais e de populações. Em média,

1746,9 ovos por fêmea foram encontrados por Lira et al. (2016), para fêmeas de uma população oriunda de cruzamento de populações em laboratório alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella*. O período de incubação é de aproximadamente três dias, dependendo da temperatura. Os ovos são de formato elíptico e de coloração amarelo-clara, medido 1mm de comprimento e 0,5 de largura, quando estes ovos estão próximos à eclosão das larvas eles ficam com a coloração acinzentada.

A larva é de corpo alongado, possuindo segmentações abdominais distintas com pernas bem desenvolvidas. Próximo a mudança de cada ínstar, a larva se fixa na parte dorsal das folhas da planta hospedeira. Após a ecdise a exúvia fica aderida ao local. A fase larval tem duração de 14 dias, a larva em seu último ínstar tem 7 mm de comprimento e 4 mm de largura. Antes de se transformar em pupa a larva para de se alimentar e também se fixa na parte dorsal da folha, permanecendo por um período ao redor de um dia. Esta fase é chamada de pré-pupa (5 mm de comprimento) e (4 mm de largura). A fase de pupa possui a mesma dimensão da pré-pupa, no entanto, apresentando uma duração média de quatro dias.

Após a emergência do adulto, o élitro inicialmente é de coloração clara, mas com o passar do tempo vai se tornando negro, como manchas brancas e alaranjadas. Normalmente as fêmeas são mais robustas que os machos com dimensões de (6 mm de comprimento por 3 mm de largura), enquanto o macho possui (4 mm de comprimento por 3 mm de largura). Um particularidade desta espécie é não apresentar dimorfismo sexual (OGAS, 1970).

Pulgão Preto *Aphis craccivora* Koch 1854 (Hemiptera: Aphididae)

O pulgão preto, *A. craccivora*, é um inseto-praga cosmopolita, que ataca aproximadamente 50 espécies de plantas cultivadas distribuídas em 19 famílias, sendo que, apresenta maior associação com as plantas pertencentes à família Fabaceae (CAPINERA, 2001; BLACKMAN; EASTOP, 2007), sendo considerada a principal praga do feijão caupi, *Vigna unguiculata* (L. Walp.) na África, Ásia e América Latina (SINGH; JACKAI, 1985; PETTERSSON et al.,1998). No Brasil, este inseto ocorre em toda região Nordeste, especialmente nas estações sem chuva (LAVOR, 2006).

Os adultos e ninfas de *A. craccivora* sugam a seiva dos brotos terminais e pecíolos das plantas, injetando toxinas, além de disseminar vírus do grupo Potyvirus (LIMA, 1981;

QUINTELA et al., 1991). A alta infestação desta praga pode acarretar na morte de mudas, ao passo que as plantas mais velhas apresentam sintomas como baixa estatura, enrugamento e ondulação das folhas, atraso na floração, murchamento de vagens e, por fim, resultando na redução do rendimento da cultura. Devido a sua alimentação, acabam eliminando uma grande quantidade de um líquido açucarado (*honeydew*) que serve de alimento para formigas, mas, em compensação, protegem os pulgões dos inimigos naturais. Além disso, o *honeydew* também serve de substrato para o desenvolvimento da fumagina (LAAMARI et al., 2008). Os adultos de *A. craccivora* são brilhantes e pretos com tamanho entre 1,5 a 2 mm de comprimento e a cor das ninfas pode variar de marrom claro a escuro. Possui antenas com cerca de 2/3 do comprimento do corpo, apresentando os cornículos cilíndricos e de tamanho maiores que a cauda. Os fêmures e as tíbias têm as partes basais mais claras do que as partes distais. Os ápices das tíbias, tarsos e tarsômeros são escuros e a nervura mediana das asas anteriores é ramificada (URIAS; RODRIGUEZ; ALEJANDRE, 1992; OFUYA, 1997).

A reprodução é por partenogênese e, em condições de alimento farto e clima adequado, produzem sucessivamente fêmeas ápteras que irão dar início a uma nova colônia. O crescimento, desenvolvimento, fecundidade e longevidade desses afídeos depende da fertilidade do solo, umidade, condições climáticas e da planta hospedeira (OFUYA, 1997; SOGLIA et al., 2003).

As colônias destes insetos normalmente desenvolvem-se nos brotos terminais, principalmente, nos pecíolos das folhas. Até atingir a fase adulta o inseto passa por 4 instares ninfais. Os adultos podem viver até 15 dias. Sua progênie se dá diariamente podendo variar de 20 a 100 indivíduos, dependendo da fêmea (OFUYA, 1997).

Pulgão-da-Couve *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)

O pulgão da couve, é uma praga que se encontra difundida em todo mundo, tendo as plantas da família Brassicaceae como principais hospedeiras (ELLIS; SINGH, 1993). É considerada uma das principais espécies de pulgão causadoras de diversos danos às culturas olerícolas no Brasil (LONGHINI; BUSOLI, 1993).

Os danos diretos são causados por sua alimentação, através da sucção do floema, acarretando deficiência de nutrientes, injeção de toxinas levando a uma má formação das folhas (PONTOPPIDAN et al., 2003; GRIFFIN; WILLIAMSON, 2013; OPFER;

MCGRATH, 2013). No entanto, os danos indiretos acontecem pela redução da fotossíntese devido ao recobrimento de *honeydew*, substância com alta concentração de açúcares excretada pelos pulgões, além da transmissão de vírose, como o Vírus do anel negro da couve e Mosaico da couve flor, rabanete e nabo (FERERES; MORENO, 2009; ELLIS et al., 1998, BARTON; IVES, 2014). Os pulgões atacam preferencialmente folhas jovens e brotações (BLACKMAN; EASTOP, 2007; PETTERSSON et al., 2007). A espécie apresenta ciclo de vida curto e alta capacidade reprodutiva, portanto, quase sempre atinge altas densidades populacionais no campo.

Os insetos adultos alados de *B. brassicae* apresentam comprimento médio do corpo de 1,6 a 2,2 mm, com cabeça e tórax escuros e abdome verde-amarelado com várias faixas transversais, irregulares, estreitas e de coloração enegrecida, as antenas apresentam o mesmo comprimento do corpo e os cornículos muito curtos. Os adultos ápteros apresentam a cabeça escura, tórax e abdome verde acinzentado ou verde opaco, com manchas escuras na parte dorsal, corpo recoberto por cera branca-acinzentada e comprimento de 1,8 a 2,1 mm (MARICONI et al., 1963; BLACKMAN; EASTOP, 1984). As antenas são mais curtas que o corpo. A cauda e os cornículos têm um tamanho sensivelmente igual. Apresenta ciclo de vida curto, alta capacidade reprodutiva, apresentando reprodução partenogenética (DIXON, 1985).

Resposta Funcional

O controle biológico, como complemento do programas de manejo integrado de pragas (MIP), ainda necessita muitos estudos referentes à dinâmica predador-presa. Um fato importante que deve ser levado em consideração na utilização de um predador no controle biológico de pragas é o conhecimento do seu potencial de predação (LOPES, 1996). Pois alguns fatores podem influenciar diretamente na taxa de predação, como as características do ambiente, presa e do predador (HOLLING, 1959). Um bom desempenho de um predador pode ser conduzido por três fatores fundamentais: a densidade do predador e da presa, a distribuição da presa e sua área de ação e a preferência pelas espécies de presas disponíveis (RIDGWAY; MURPHY, 1984).

A resposta dos predadores às mudanças na densidade da presa influencia expressivamente na relação predador-presa. Uma dessas constatações baseia-se na resposta funcional, que é o número de presas atacadas pelo predador em função da sua densidade. O aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento

do consumo, até um determinado limite, uma vez que as oportunidades de encontro para ataque da presa serão maiores com o tempo (SOLOMON, 1949).

A resposta funcional é determinada por dois parâmetros: tempo de manipulação da presa (T_h) que consiste no tempo demandado para capturar, matar e ingerir cada presa e a taxa de ataque (a') que é o tempo requerido para encontrar e capturar a presa em função da área disponível (SOLOMON, 1949, HASSELL, 1978, CASAS et al. 1993, ALJETLAWI et al. 2004).

Existem três tipos básicos de resposta funcional de predadores: Tipo I, em que existe um ampliação linear no número de presas consumidas até um valor máximo, à medida que a densidade de presa aumenta; Tipo II, em que há um aumento no número de presas consumidas em função de uma maior disponibilidade delas até uma determinada densidade, quando a intensidade de ataque diminui, tendendo a um certo nível de estabilidade e Tipo III, no qual o consumo aumenta de forma sigmoide, aproximando-se de uma assíntota superior. (HOLLING, 1959),

A resposta funcional Tipo II está associado aos insetos predadores e parasitoides, enquanto que, o modelo Tipo III é mais típico para predadores vertebrados, por aprenderem a se concentrar mais em uma presa à medida que ela se torna abundante. A essencialidade da resposta do Tipo III é que os predadores são capazes de distinguir densidades de presas e ajustar seu esforço de busca de acordo com elas (O'NEIL, 1990).

Os modelos de resposta funcional às densidades de presa podem ser esclarecidos pelas combinações de cinco componentes: tempo em que predador e presa ficam expostos; tempo de busca; tempo de manuseio, incluindo identificação, captura e consumo; fome e estímulo do predador para cada presa reconhecida. Os três primeiros são considerados componentes básicos que, sozinhos ou em conjunto, explicam as curvas de resposta funcional (HOLLING, 1959). Esses componentes são afetados pelas características do predador, da presa e do ambiente.

Comunicação Química em insetos

A comunicação entre animais é definida como um processo que envolve transferência de sinais visuais, acústicos, táteis e/ou químicos (LEWIS; GOWER, 1980; NASCIMENTO et al., 2001). A classe Insecta, de maneira geral, utilizam todos estes sinais no processo de comunicação; porém, esta comunicação difere sensivelmente entre

espécies. O sinal usado por uma determinada espécie está intimamente relacionado com a natureza de seu habitat, seu comportamento e da sua interação com seu ambiente (PENG; LEAL, 2001).

Apesar de cada tipo de sinal ter sua importância, os sinais químicos são os grandes responsáveis pela comunicação entre insetos e seu meio ambiente. A percepção dos sinais pelos insetos podem ser a curta ou longa distância, no entanto, a recepção destes sinais depende da quantidade e volatilidade das substâncias, velocidade e turbulência do vento e barreiras físicas a partir da fonte de liberação (PAIVA; PEDROSA-MACEDO, 1985).

Os odores são as substâncias mais utilizadas pelos insetos para determinar suas funções vitais, como comportamento de corte, acasalamento, escolha de local para oviposição, localização e seleção de hospedeiro, do habitat e defesa (VILELA; DELLA LUCIA, 2001; TEGONI et al., 2004). Qualquer substância química que, quando liberada por um certo organismo, possa promover mudanças na fisiologia ou comportamento de outro organismo é denominado de infoquímicos. Estas substância podem ter ação entre organismo da mesma espécie, relação intraespecífica (feromônio) ou entre espécies diferentes interespecífica aleloquímicos (VILELA; DELLA LUCIA, 2001).

Feromônios

O termo feromônio (*pherein* = transferir, *hormon* = excitar), foi criado em 1959 por Karlson e Lüscher (1959), e são substâncias secretadas e liberadas externamente pelos insetos para causar uma série de reações, dependendo de seu tipo. Entre os infoquímicos, os feromônios são os mais estudados, podendo ser classificado segundo o benefício para o receptor ou emissor, os feromônios podem ser sexual, de alarme, marcação ou território, trilha e agregação (PEDROSA, 1985; VILELA; DELLA LUCIA, 2001; PAIVA;).

Feromônio sexual

Os feromônios sexuais são substâncias emitidas por um indivíduo para atração do sexo oposto (macho ou fêmea), com o propósito de acasalamento. Estes compostos estão entre as substâncias fisiologicamente mais ativas, por causarem respostas quando usadas em concentrações muito baixas. Segundo Frensch (2010), a ordem Coleoptera representa um dos principais exemplos de identificação de feromônios sexuais, evidenciando a importância destes compostos e mostrando uma grande diversidade estrutural.

O besouro *Phyllophaga anxia* (Coleoptera: Scarabaeidae), era uma importante praga das plantações de oxococo *Vaccinium* sp. (Ericaceae) nos EUA e Canadá, teve sua

mistura feromonal identificada por Zhang et al. (1997), apresentando dois compostos majoritários, L-valina e éster de metil L-isoleucina.

Feromônio de alarme

São compostos extremamente voláteis que serve para sinalizar perigo e ameaça, provocando a fuga. Confere dispersão rápida e curta duração, são usados principalmente por insetos com estrutura social organizada em situações de perigo. Em colônias de formigas o feromônio de alarme desencadeia um comportamento de defesa na colônia, estes voláteis emitidos por estes indivíduos são compostos químicos constituídos basicamente de heptanonas e octanonas (MOSER et al., 1968, CREWE; BLUM, 1972), estas substâncias são produzidas e armazenadas nas glândulas mandibulares das operárias. Quando uma formiga é alarmada, ela libera uma pequena quantidade deste feromônio, que provoca de imediato um aumento na taxa de locomoção e a abertura das mandíbulas das companheiras ao redor e, numa segunda etapa, o recrutamento de novas formigas para a defesa da colônia. A magnitude do fenômeno depende da ameaça ao formigueiro.

Os pentatomídeos também são um grupo de inseto que são bem conhecidos pela produção de odores desagradáveis, na qual, possui uma dupla finalidade, de defesa contra a predação e feromônio de alarme. Em alguns estudos anteriores sobre estes insetos, foram observados que os compostos com características defensivas e feromônio de alarme fazem parte de grupos como aldeídos insaturados, hidrocarbonetos alifáticos saturados e insaturados; oxo-alcenais e ésteres (MORAES et al., 2008).

Feromônio de marcação ou território

Os feromônios de marcação de território são frequentemente usados por insetos sociais para marcar uma área específica onde a colônia está estabelecida, identificar a entrada do ninho e diferenciar ninhos de colônias diferentes. Um exemplo prático do uso de feromônio de marcação é o realizado por formigas que marcam e reconhecem o próprio território, garantindo à colônia alimento e defesa (SALZEMANN et al., 1992). A formiga *Atta cephalotes* (L) (Hymenoptera: Formicidae), é responsável por corta e marcar as folhas cortadas, possibilitando assim, o transporte para o ninho em um processo de dois passos, ou seja: as operárias que transportam as folhas cortadas reconhecem estes materiais ainda frescos quando devidamente marcados com secreções depositadas através da extremidade final do abdomen das operárias que cortam o material (BRADSHAW et

al., 1986). A origem desta substância parece ser da glândula de Dufour, conhecida também como glândula de veneno, cuja secreção principal é o (Z)-9-nonadeceno.

Feromônio de trilha

São feromônios comumente empregados pela família Formicidae e ordem Isoptera. Muitas espécies de formiga apresentam dois tipos de trilhas, sendo uma principal e outras secundárias, que auxiliam na coleta de alimentos, sendo marcante o feromônio no processo de orientação (VILELA; DELLA LUCIA, 1987). Outro exemplo é o da abelha *Trigona recursa* Smith (Hymenoptera: Apidae), que utilizam o decanoato de hexila como feromônio de marcação de trilha, para orientar as operárias no caminho entre a colmeia e a fonte de alimento (JARAU et al., 2006).

Feromônio de Agregação

São substâncias liberadas por um organismo que provocam a agregação de indivíduos da mesma espécie para uma atividade específica (alimentação, reprodução ou hibernação), servindo para manutenção da população de insetos. Um exemplo de feromônio de agregação encontrados é o (4S,2E) -6-metil-2-hepten-4-ol, de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae), como componente majoritário da sua mistura feromonal (GIBLIN-DAVIS et al., 1996).

Aleloquímico

Os infoquímicos são compostos químicos que mediam interação entre indivíduos de espécies diferentes (NORDLUND; LEWIS, 1976; DICKE; SABELIS, 1988). Estas substâncias desempenham importante função em todos os grupos de animais, ampliando-se, em diversos casos, além de duas classes tróficas, mediando interação entre três ou mais níveis (PRINCE et al., 1980). Os aleloquímicos, por sua vez, são classificados de acordo com o tipo de organismo que está sendo beneficiado na comunicação. Alomônios que são compostos que mediam comunicação interespecífica favorável ao emissor, cairomônios, que favorecem o receptor, e sinomônios, que mediam interações que favorecem tanto o emissor quanto o receptor (WHITMAN, 1980).

Alomônios

São sinais químicos que o organismo receptor em uma resposta comportamental ou fisiológica é prejudicado, ao mesmo tempo, que o organismo emissor é beneficiado (LEAL, 2005). Os alomônios são compostos largamente utilizados no mecanismo de defesa de insetos. Como exemplos, temos a joaninha *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae) que produz macrolactonas, como defesa contra o seu inimigo natural, a

formiga negra *Lasius niger* (Hymenoptera: Formicidae) (GRIBBLE; SILVA, 1996). O percevejo *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae) uma praga bastante importante de plantações na América do Norte, produz uma mistura de compostos que são usuais na defesa contra predadores (WARDLE et al., 2003).

Cairomônios

Cairomônio são sinais químicos que quando liberados favorecem somente o organismo receptor, não favorecendo o emissor, quando os sinais químicos são desprendidos pelo emissor entram em contato com o receptor e, provocam nesse último uma resposta comportamental ou fisiológica favorável, mas desfavorável ao emissor (NORDLUND; LEWIS, 1976; DICKE; SABELIS, 1988). Um exemplo da ação de cariomônio é o do besouro *Scolytus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) que é atraído pela substância α -cubebeno, produzida por árvores da família Ulmaceae quando atacadas pelo fungo *Ceratosystis ulmi* (GULLAN; CRANSTON, 2005). Outro exemplo é o do parasitoide *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae) que apresenta uma comportamento de oviposição, ao perceber a presença de compostos voláteis presentes na secreção liberadas pelos pulgões-da-ervilha, *Acyrtosiphon pisu*, (Hemiptera: Aphididae) (FELLOWES; VAN ALPHEN; JERVIS, 2005). Inimigos naturais como parasitoides e predadores, também podem empregar feromônios de outros insetos para distinguir seus hospedeiros ou presas, como a joaninha *Adalia bipunctata* (Coleoptera: coccinellidae), que reconhece suas presas, os pulgões *Myzus persicae* e *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae), através do feromônio de alarme destas espécies, (E)- β -farneseno (FRANCIS; LOGNAY; HAUBRUGE, 2004).

Sinomônios

São substâncias voláteis relacionadas à biologia de um organismo (emissor) que, quando em contato com um indivíduo (receptor) de outra espécie, provoca neste último uma resposta fisiológica ou comportamental favorável a ambos os indivíduos (NORDLUN; LEWIS, 1976; DICKE; SABELIS, 1988). Os sinomônios são comuns nas interações entre planta e animais, um exemplo típico é o caso da orquídea *Bulbophyllum cheiri* Spreng. 1826 (Orchidaceae) que produz uma substância chamada de metil-eugenol que é responsável pela atração de moscas da fruta. Os voláteis florais favorecem os vegetais por atraírem insetos polinizadores e estes se beneficiam por garantir sua alimentação, além da localização de parceiros para o acasalamento (TAN; NISHIDA; TOONG, 2002). Segundo Schroder (1999), plantas de milho quando atacadas por lagartas

de *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) emitem voláteis que atraem o parasitoide *Cortesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae).

Evidência de Feromônios em Coccinellidae

Coccinellidae compreende diversas espécies de predadores exploradas no controle biológico de pragas, no entanto, poucas informações ainda existem sobre sua ecologia química, principalmente aquelas mediadas por infoquímicos. Um dos motivos para tal falta de informação para este predador, deve-se que a maioria dos estudos estão voltados aos insetos pragas. As informações intercedidas pelos infoquímicos contribuem não somente para o conhecimento dos aspectos comportamentais dos inimigos naturais, mas também pode ser usado com uma alternativa favorável ao controle biológico. É bem conhecido que algumas espécies de joaninhas formem agregações durante o período de diapausa no outono (GRAMMER; FINK; NEAVE, 2005), entretanto, os maiores estudos sobre ecologia química de coccinelídeos estão concentrados nos mecanismo de defesa destes insetos (coloração aposemática) (VILELA; DELLA LUCIA; OLIVEIRA, 1986; KREMER, 1998). Abassi et al. (1997), estudando o comportamento de agregação de *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), identificaram e isolaram 2-isopropil-3-metopirazina como um possível composto de feromônio de agregação desta espécie.

Christopher e Ring (2013), avaliaram três compostos para o comportamento de agregação da joaninha *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) e verificaram que o composto alkylmethoxypyrazines 2-isobutil-3-metoxipirazina provocou maior efeito na atração de *H. convergens*. Quanto aos estudos sobre feromônios sexuais de coccinelídeos são raros, (KLOPFER; HATCH, 1968; WILSON, 1971). No entanto, os autores Fassotte et al. (2014), evidenciaram tal feito sobre a *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), encontrando o composto (-) - B-cariofileno como constituinte majoritário, além de confirmar que apenas as fêmeas liberam feromônio sexual para atração do sexo oposto.

Interação tritrófica: planta x herbívoro x inimigo

Os insetos desempenham importantes relações com o ambiente e com os outros organismos de várias maneiras, sendo uma das mais importantes a comunicação através de compostos químicos (ZARBIN et al., 2009). Muitos parasitoide e predadores se guiam pelo odor liberado da planta hospedeira, inclusive pelos sinais químicos específicos liberados após a alimentação de insetos herbívoros ((AGRAWAL, 2000; THALLER,

1999). As plantas apresentam distintos mecanismos para reagir a herbivoria. O ataque de herbívoros provoca alterações metabólicas, produzindo uma reação ao ferimento provocado. Estes metabólitos produzidos, incluem monoterpenos, sesquiterpenos, homoterpenos, compostos aromáticos e voláteis, e servem como mecanismo de defesa da planta pela atração de inimigos naturais para o ataque das espécies pragas, reduzindo assim injúrias à planta (TUMLINSON et al., 1993; (ARIMURA; KOST; BOLAND, 2005; BRUCE; PICKETT; SMART, 2003; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os compostos químicos de defesa que afetam diretamente herbívoros, são chamados de defesa direta. No entanto, a defesa indireta dos vegetais é caracterizada pela ação de um terceiro nível trófico, mobilizando organismos carnívoros, inimigos naturais para o local (DICKEVET, 1999). O termo defesa indireta foi utilizado pela primeira vez por Dicke e Sabelis (1988), após observações de que o ácaro predador era atraído por plantas de feijão *Phaseolus lunatus* (Fabaceae) infestados pelo ácaro *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Tumlinson et al. (1993), também estudando o comportamento de insetos a voláteis de plantas, observaram que plantas de milho e algodão quando danificadas por lagartas, induziam a liberação de substâncias voláteis que atraíam vespas parasitoides, no processo de orientação até as lagartas. Segundo Turlings et al. (1995), os inimigos naturais são capazes de distinguir diferentes compostos voláteis no ambiente. Tais combinações de voláteis apresentam algumas peculiaridades, pois são específicas para cada espécie de planta e emitidas em grandes quantidades, sendo facilmente distinguíveis, pelos insetos, de outros odores aos quais sejam submetidos.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A. A. Mechanisms, ecological consequences and agricultural implications of tri-trophic interactions. **Current Opinion in Plant Biology**. v. 3, p. 329-335, 2000.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; LIXA, A. T.; RESENDE, A. L. S. Joanelhas predadoras, as aliadas do produtor no combate às pragas. **A Lavoura**. v. 111, p. 38-41, 2008.

ALJETLAWI, A.A.; SPARREVIK, E.; LEONARDSSON, K. Prey-predator size dependent functional response: derivation and rescaling to the real world. **Journal of Animal Ecology**. v.73, p.239–252, 2004.

ALMEIDA, L.M. de; SILVA, V.B. da. First record of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae): a lady beetle native to the Palaearctic region. **Revista Brasileira de Zoologia**. v.19, p.941-944, 2002.

ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S. Coleoptera predadores (Coccinellidae). In: PANIZZI, AR.; PARRA J.R. Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integro de pragas. Embrapa Informação Tecnológica. 2009. 968 p.

ARAÚJO-SIQUEIRA, M.; ALMEIDA L.M. Estudos das espécies brasileiras de *Cycloneda Crotch* (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**. v.23, p. 550-568, 2006.

ARIMURA, G.I.; KOST, C.; BOLAND, W. Herbivore induced, indirect plant defences. **Biochimica et Biophysica Acta – Lipida et Lipid Metabolism**, **1734**, 91–11, 2005.

BARTON, B. T.; IVES, A. R. Direct and indirect effects of warming on aphids, their predators and ants mutualists. **Ecology**. v. 95, p. 1479 – 1484, 2014.

BALDUF, W. V. The bionomics of entomophagous Coleoptera. St. Louis, Jonh S. Swift, p.220, 1935.

BLACKMAN RL; EASTOP VF. Taxonomic Issues. In: VAN EMDEN HF; HARRINGTON R. (Ed.). Aphids as crop pests. London: CABI Publishing, p.115-134, 2007.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. Aphids on the word's crops: an identification and information guide. New York: John Wiley Sons, 1984. 466p.

BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. Taxonomic issues. In: EMDEN, H.F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). Aphids as crop pests. Wallingford: CAB International, 2007. p.8.

BRADSHAW, J. W. S.; HOWSE, P. E.; BAKER, R. 1986. A novel autostimulatory pheromone regulating transport of leaves in *Atta cephalotes*. **Animal Behaviour**. v.34, p. 234-240, 1986.

CALTAGIRONE, L.E.; DOUTT, R.L. The history of the vedalia beetle importation to California and its impact on the development of biological control. **Annual Review of Entomology**. v.34, p. 1-16, 1989.

- CARDOSO, J.T.; LÁZZARI, S.M.N. Consumption of *Cinara* spp. (Hemiptera; Aphididae) by *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, 1842 (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Entomologia**. v.47, p.559–562, 2003.
- CASAS, J. GURNEY, W.S.C.; NISBET, R.; ROUX, O. A probabilistic model for the functional response of a parasitoid at the behavioural time-scale. **Journal of Animal Ecology**. v.62, p.194–202, 1993.
- CAPINERA, J.L. **Handbook of vegetable pests**. San Diego: Academic, 2001. 729p.
- CORRÊA, G. H. Estudo de seis gêneros Neotropicais de Chilocorini e revisão de *Harpasus* Mulsant, 1850 (Coleoptera, Coccinellidae, Chilocorinae). 2008. 100f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 2008.
- COSTA LIMA, A. M. Família Coccinellidae. In: COSTA LIMA, A. Insetos do Brasil. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 8º Tomo, Capítulo 77 - Coleópteros, 2ª Parte, 1953. p. 283-303. (Série Didática nº 10).
- DALOZE D.; BRACKMAN J. C.; PASTEELS J. M. Ladybird defence alkaloids: structural, chemotaxonomic and biosynthetic aspects (Col.: Coccinellidae). **Chemoecology**. v.5, n.6, 173–183, 1994/95.
- DICKE, M. E.; SABELIS, M.W. Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds. **Functional Ecology**. v.2, p.131-139, 1988.
- DICKE, M., and SABELIS, M. W. How plants obtain predatory mites as bodyguards. *Neth. Journal of Zoology*. v.38, p.148–165, 1988.
- DICKENS, J. C. Green leaf volatiles enhance aggregation pheromone of the boll weevil, *Anthonomus grandis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v. 52, p. 191-203, 1989.
- DIXON, A. F. G. *Aphid ecology*. Glasgow and London: Blackie, 1985. 157p.
- DIXON, A.F.G. *Insect Predator–Prey Dynamics: ladybird beetles and biological control*. Cambridge University Press, New York, NY, 2000. 257p.
- DREYER, B.S., P. et al. The influence of temperature on the life table of *Hyperaspis notata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.84, p.85–92, 1997.

ELLIS, P. R.; PINK, D. A. C.; PHELPS, K.; JUKES, P. L.; BREEDS, S. E.; PINNEGAR, A. E. Evaluation of a core collection of *Brassicae Oleraceae* accession for resistance to *Brevicoryne brassicae* the cabbage aphid. **Euphytica**. v. 103, p. 149 – 160, 1998.

ELLIS, P.R.; SINGH, R. A review of the host plants of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera, Aphididae). **IOBC/WPRS Bulletin**. v.16, p.192-201, 1993.

FELLOWES, M.D.E., VAN ALPHEN, J.J.M., JERVIS, M.A., Cap: Foraging Behaviour, Insects as natural enemies: a practical perspective, Springer, New York. p. 26-30, 2005.

FERERES, A.; MORENO, A. Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects. **Virus Research**. v. 141, p. 158 -168, 2009.

FERRAN, A.; DIXON, F.G. Foraging behaviour of ladybird larvae (Coleoptera: Coccinellidae). **European Journal of Entomology**. v.90, p.383-402, 1993.

FRANCIS, F., LOGNAY, G., HAUBRUGE, E. Olfactory responses to aphid host plant volatile releases: (E)- β -farnesene an affective kairomone for the predator *Adalia bipunctata*. **Journal of Chemical Ecology**. v.30, p. 741, 2004.

FRENSCH, G. Identificação e estudos visando a aplicação de infoquímicos para O controle do gorgulho-da-casca-do-pinus, *Pissodes castaneus* (DEGEER, 1775) (COLEOPTERA, CURCULIONIDAE).2010. 90f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 2010.

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. 2 ed. São Paulo: Editora Agronomica Ceres, 2002, 920 p.

GASSEN, D.N. Parasitos, patógenos e predadores e insetos associados à cultura do trigo. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 1986. P. 186p. Circular Técnica.

GIBLIN-DAVIS, R. M.; PEÑA, J. E.; OEHLISCHLAGER, A. C.; PEREZ, A. L. Optimization of semiochemical-based trapping of *Metamasius hemipterus sericeus* (Oliver) (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Chemical Ecology**. v.22:n.1, p.389 – 1410, 1996.

GORDON, R.D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. **Journal of the New York Entomological Society**. v. 93, n. 1, p. 1- 912, 1985.

GRAMMER, K.; FINK, B.; NEAVE, N. Human pheromes and sexual attraction
European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 118: p. 135,
2005.

GRAVENA, S. Manual Prático de manejo ecológico de pragas dos citros. Jaboticabal,
Gravena Ltda, 2005. p. 372.

GRAVENA, S. O pulgão e a morte súbita dos citros. **Coopercitrus Informativo
Agricultor**. v.17, n.197, p.26, 2003.

GRIFFIN, R. P.; WILLIAMSON, J. **Cabbage, Broccoli & Other Cole Crop Insect
Pests**. HGIC 2203, Home & Garden Information Center. Clemson Cooperative
Extension. Clemson University, Clemson, SC, 2013.

GYENGE, J.E.; J.D. EDEELSTEIN, J.D.; SALTO, C.E. Efectos de la temperatura y la
dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Anais da
Sociedade Entomológica do Brasil**. v.27, p.345–356,1998.

GULLAN, P.J., CRANSTON, P.S. Cap: Sensory systems and behavior, The insects: an
outline of entomology, 3rd Ed., Blackwell Publishing, Malden. p. 104, 2005.

HASSELL, M.E. 1978. The dynamics of arthropod predator-prey systems. Princeton,
Princeton University Press, 237p.

HAGEN, K. S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of
Entomology**. v. 7, p. 289-326, 1962.

HEIDARI, M.; COPLAND, M.J.W. Host finding by *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.,
Coccinellidae) a predator of mealybugs (Hom., Pseudococcidae). **Entomophaga**. v.37,
621–625, 1992.

HEMPTINNE, J. L.; G. LOGNAY, M.; DOUMBIA; DIXON, A. F. G. Chemical nature and
persistence of the oviposition deterring pheromone in the tracks of the two spot ladybird,
Adalia bipunctata (Coleoptera: Coccinellidae). **Chemoecology**. v.11, p.43-47, 2001.

HODEK, I. 1973. Biology of Coccinellidae. Academic Sciences, Prague. 325 pp.

HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of
Entomology**. v.12, p.79-104, 1967.

HODEK, I.; HONĚK, A. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. **Biological Control**. v.51, p. 232-243, 2009.

HODEK, I.; HONĚK, A. The ecology of Coccinellidae. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1996, 480p.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 91, n. 7, p. 385-398, 1959.

JARAU, S., SCHULZ, C.M., HRNCIR, M., FRANCKE, W., ZUCCHI, R., BARTH, F.G., AYASSE, M., Hexyl Decanoate, the first trail pheromone compound identified in a stingless bee, *Trigona recursa*. **Journal of Chemical Ecology**.v.32, n.7, p.1555, 2006.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 74, p. 323-342, 1999.

KING G. K.; MEINWALD J. Review of the defensive chemistry of Coccinellids. **Chemical Reviews**. v.96, p.1105–1122, 1996.

KLOPFER, P.H.; HATCH, J.J. Experimental considerations, Em T.A. Sebeok, Animal communication, University of Indiana Press, Bloomington, 1968.

KOCH, R.L. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: a review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. **Journal of Insect Science**. v.3, p.1-16, 2003.

LAAMARI, M. et al. Resistance source to cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch) in broad bean (*Vicia faba* L.) Algerian landrace Collection. **African Journal of Biotechnology**. v.7, n.14, p.2486-2490, 2008.

LAVOR, M. T. F. C.; MANO, A. R. O.; FURTADO, R. F.; CANUTO, K. M.; BLEICHER, E. Atividade inseticida das sementes do cumaru contra *Aphis craccivora* Koch. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, R. 146, p. 360, 2005.

LAVOR, M.T.F.C. Atividade biológica de produtos domissanitários para o controle alternativo do pulgão-preto no feijão-de-corda. Fortaleza, 2006.56f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, 2009.

LEAL, W. S. In Topics in Current Chemistry; Balzani, V.; Houk, K. N.; Kessler, H.; Lehn, J.-M.; Ley, S. V.; Meijere, A. de; Schreiber, S. L.; Thiem, J.; Trost, B. M.; Vogel, P.; Vögtle, F.; Yamamoto, H., eds.; Springer Berlin: Heidelberg, cap.1, 2005.

LEWIS, B.: GOWER, M. Biology of communication. London: Blackie.1980.p 239.

LIMA, J.A.A. Propriedades biológicas sorológicas, citológicas e sorológicas de um Potyvirus isolado de feijão-de-corda no Ceará. **Fitopatologia Brasileira**. v.6, p. 205-216, 1981.

R LIRA, R.; RODRIGUES, A.R.S.; TORRES, J.B. Fitness Advantage in Heterozygous Ladybird Beetle *Eriopis connexa* (Germar) Resistant to Lambda-Cyhalothrin. **Neotropical Entomology**. v.45, p.573–579, 2016.

LONGHINI, L.C.S.B.; BUSOLI, A.C. Controle integrado de *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Homoptera: Aphididae) e *Ascia monuste orseis* (Latr., 1819) (Lepidoptera: Pieridae), em couve (*Brassica oleraceae* var. acephala). **Científica**. v.21, p. 231-237, 1993.

LUNDBREN, J.G. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control**. v.51, p.294–305, 2009.

MAJERUS M. B. N. (1994) Ladybirds in winter. In: Ladybirds pp. 156–174, Corbet S. A., Walters S. M., West R., Streeter D. and Ratcliffe D. A. (eds), Harper Collins, London.

MAJERUS, M.E.N. **Ladybirds**. London, Harper Collins, 1994, 367p.

MARICONI, F. A. M.; ZAMITH A. P. L.; MENEZES, M. “Pulgão das Brássicas” *Brevicoryne brassicae* (L. 1758): estudo descritivo, bionômico e de combate. **Olericultura Brasileira**. n. 3, p. 165-202. 1963.

MEDEIROS M. *et al.* Identification of plant families associated with the predators *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker. **Brazilian Journal of Biology**. n.70, v.2,p. 293-300, 2010.

MILLÉO, J.; DE SOUZA, J. M. T.; CASTRO, J. P.; CORRÊA, G. H. Coccinelídeos (Insecta, Coleoptera) presentes em hortaliças (Ponta Grossa - PR). **Publicação da UEPG. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**. v. 13, n. 2, p. 71-80, 2007.

MILLER, J.C. A comparison of techniques for laboratory propagation of a South American ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**. v. 5, p. 462- 465, 1995.

MILLER, J.C.; PAUSTIAN, J.W. Temperature-dependent development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**. v.21, p. 1139-1142, 1992.

MORAES, M. C. B.; PAREJA, M.; LAUMANN, R. A.; BORGES, M. The chemical volatiles (Semiachemicals) produced by neotropical stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**. p. v.37, n.5, p.37,489, 2008.

MOREIRA, L.R.; OLIVEIRA, E.D.; PALLINI, A.; SANTOS, A. P.; VILELA, E. F. Artropodes herbívoros evitam competição intra-específica em tomateiro através da percepção de odores? **Bioscience Journal**. v.20, p.159-164, 2004.

NASCIMENTO, R. R. et al. Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 206 p.

NORDLUND, D. A.; LEWIS, W. J. Terminology of chemical-releasing stimuli in intraspecific and interspecific interaction. **Journal of Chemical Ecology**. v.2, p. 211-220, 1976.

NINKOVIC, V.; ABASSI, A.A.; PETERSSON, S.A.J. The influence of aphid-induced plant volatiles on ladybirds Beetle searching behaviour. **Biological Control**. v.21, p.191-195, 2001.

OBRYCKI, J.J.; KRING, T.J. Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annual Review of Entomology**. v.43, p.295 - 321, 1998.

OGAS, F.M. Biología y morfología de *Eriopis connexa* Germar 1824 y de *Adalia bipunctata* Linnaeus 1758 (Coleoptera). **Centro de Estudios Entomológicos**. v.10, p.44-55, 1970.

OFUYA, T. I. Control of the cowpea aphid, *Aphis craccivora*, Koch (Homoptera: Aphididae), in cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Integrated Pest Management Reviews**. n. 2, p. 199-207, 1997.

OLIVEIRA, N. C. de; WILCKEN, F. C; MATOS, C. A. O. de. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinélídeos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**.v.48. n.4, p.529-533, 2004.

- O'NEIL, R. J. Functional response and search strategy of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) attacking Colorado potato beetle (Coleoptera:Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 26, n. 6, p. 1183- 1190, 1997.
- O'NEIL, R.J. 1990. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems, p.83-86. In R.L. Alan (ed.), *New direction in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases*. West Lafayette, Purdue University.
- OPFER, P.; MCGRATH, D. **Oregon vegetables, cabbage aphid and green peach aphid**. Department of Horticulture. Oregon State University, Corvallis, OR., 2013.
- PAIVA, M. R.; PEDROSA-MACEDO, J. H. P. (1985) *Feromonas de Insetos*. Curitiba: GTZ, 94 p.
- PENG, G. H.; LEAL, W.S. Identification and cloning of a pheromone-binding protein from the oriental beetle, *Exomala orientalis*. **Journal of Chemical Ecology**. v. 27,p.2183-2192, 2001.
- PERVEZ, A.; OMKAR. Temperature dependent life attributes of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Mulsant). **Biocontrol Science and Technology**. v.14, p.587–594, 2004.
- PETTERSSON J; TJALLINGII WF; HARDIE J. Host-plant Selection and Feeding. In: VAN EMDEN HF; HARRINGTON R. (Ed.). *Aphids as crop pests*. London: CABI Publishing, p.87-114, 2007.
- PETTERSSON, J.; KARUNARATNE, S.; AHMED, E.; KUMAR, V. The cowpea aphid, *Aphis craccivora*, host plant odours and pheromones. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.88, p.177-184, 1998.
- PONTOPPIDAN, B.; HOPKINS, R.; RASK, L.; MEIJER, J. Infestation by cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) on oilseed rape (*Brassica napus*) causes a long lasting induction of the myrosinase system. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.109, p.55-62, 2003.
- PRICE, P. W.; BOUTON, C. E, GROSS, P.; MCPHERON BA, THOMPSON, J.N., Weis AE Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. v.11, p. 41-66, 1980.

QUINTELA, E. D.; NEVES, B. P. das; QUINDERÉ, M. A. W.; ROBERTS, D. W. Principais pragas no caupi no Brasil. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991. p. 38 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 35).

Rodrigues, A. R. S. et al. Response of different populations of seven lady beetle species to lambda-cyhalothrin with record of resistance. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v.96, p.53–60, 2013.

RIDGWAY, R. L.; MURPHY, W. L. Biological control in the field. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publisher, 1984. p. 220-228.

SALZEMANN, A.; NAGNAN, P.; TELLIER, F.; JAFFÉ, K. Leaf-cutting ant *Atta leavigata* marks its territory with colony-specific Dufour gland secretion. **Journal Chemical Ecology**. v.18, n.2. p.183-196, 1992.

SANTOS, E.A.; COSTA. P.M.G.; TORRES, J.B.; SILVA-TORRES, C.S.A. Use of prey and non-prey food by the ladybird beetle *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) under laboratory-rearing conditions. **Journal Biocontrol Science and Technology**. v.26, p. 1184-1196, 2016.

SARMENTO, R.A. et al. Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technol, Curitiba**. v.50, p. 121-126, 2007.

SEAGRAVES, M.P. Lady beetle oviposition behavior in response to the trophic environment. **Biological Control**.v.51, p.313–322, 2009.

SILVA, R.A.; BUSOLI. A.C.; CHAGAS FILHO, N.R. Aspectos biológicos de *Coccidophilus citricola* Brèthes, 1905 (Coleoptera: Coccinellidae). **Ciência Rural**. v.34, p.667–672, 2004.

SILVA. R.B. et al. Biological aspects of *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on different insect pests of maize (*Zea mays* L.) and sorghum [*Sorghum bicolor* L. (Moench.)]. **Brazilian Journal of Biology**.73, p. 419-424, 2013.

SILVA, R.B. et al. Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. **Phytoparasitica** v.37, p.115–123, 2009.

SINGH, S. R.; JACKAI, L. E. N. Insect pests of cowpeas in Africa: their life cycle, economic importance, and potential for control. pp. 217-231 in Singh S. R.; Rachie, K. O. (Eds) Cowpea research, production and utilization.1985, 488 pp. Wiley, Chichester.

SLIPINSKI, A. Australian Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae). Commonwealth of Australia, Canberra. 286p, 2007.

SOGLIA, M.C. de. M.; BUENO; RODRIGUES, S.M.; SAMPAIO, M.V. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). **Revista Brasileira de Entomologia**. v.1, p.49-54, 2003.

SOLOMON, M.E. The natural control of animal populations. **Journal of Animal Ecology**. v. 18, p.1-35, 1949.

STORCH, R.H. Prey detection by fourth stage *Coccinella transversoguttata* larvae (Coleoptera: Coccinellidae). **Animal Behaviour**. V.24, p.690-693, 1976.

TAN, K., NISHIDA, R., TOONG, Y. Floral synomone of a wild orchid, *Bulbophyllum cheiri*, lures *Bactrocera* fruit flies for pollination. **Journal of Chemical Ecology**. v.28, p. 1161, 2002.

TEGONI, M.; CAMPANACCI, V.; CAMBILLAU, C. Structural aspects of sexual attraction and chemical communication in insects. *Trend in Biochemical Sciences*. v.29, n.5, p.257-264, 2004.

TORRES, J.B.; BASTOS, C.S.; PRATISSOLI, D. Controle biológico de pragas com uso de insetos predadores. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.30, p. 17-32, 2009.

TUMLINSON, J. H. et al. How parasitic wasps find their hosts. *Scientific American*, v. 268, p. 100-106, 1993.

TURLINGS, T.C.J.; LOUGHRIN, J.H.; MCCALL, P.J.; ROSE, U.S.R.; LEWIS, W.J.; TUMLINSON, J.H. How caterpillar-damaged plants protect themselves by attracting parasitic wasps. *Proceedings of the National Academy of Science, New York, New York* v. 92, p. 4169- 4174,1995.

TUMLINSON, J.H. How caterpillar-damaged plants protect themselves by attracting parasitic wasps. *Proceedings of the National Academy of Science, New York, New York* v. 92, p. 4169- 4174,1995.

URIAS, C.; RODRIGUEZ, R.; ALEJANDRE, T. Afideos como vectores de vírus em México: Identificación de afidos de importância agrícola. **Centro de Fitopatologia**. v. 2, 135 p, 1992.

VANDENBERG, N. J. 2002. Coccinellidae Latreille, 1807, p. 371–389. In: R. H. Arnett & M.C. Thomas, (eds.). American Beetles. Vol.2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Boca Raton, CRC Press, 861 p.

VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. (1987). Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. Viçosa, Imprensa Universitária. 155 p.

VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. (2001) Introdução aos semioquímicos e terminologia. In: Vilela, E. F. & Della Lucia, T. M. C. (eds.) Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. 2. ed. Riberão Preto: Holos, p. 9 – 12.

VILELA, E.F.; DELLA LUCIA, T.M.C.; OLIVEIRA, J.S. Controle de insetos pragas por comportamento: feromônio. **Informe Agropecuário**. v.12, p. 39, 1986.

VILELA, E.F.; PANNILI, A. Uso dos semioquímicos no controle biológico, p.529-538 In: Parra, J.R.P.; BOTELHO, P.S.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Eds). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo, Manole, 635p, 2002.

WARDLE, A.R., BORDEN, J.H., PIERCE, J.H.D., GRIES, R., Volatile compounds release by disturbed and calm adults of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. **Journal of Chemical Ecology**. v.29, p. 931, 2003.

WEBER, D.C.; LUNDGREN, J.G. Assessing the trophic ecology of the Coccinellidae: their roles as predators and as prey. **Biological Control**. v.51, p.199-214, 2009.

WHEELER C. A.; CARDÉ R. T. Defensive allomones function as aggregation pheromones in diapausing Ladybird Beetles, *Hippodamia convergens*. **Journal of Chemical Ecology**. v.39, p.723-32, 2013.

WHITMAN, D. Allelochemical among plants, herbivores, and their predators, Em P. Barbosa, Letorneau, D.K., Novel aspects of insect-plant interactions, John Wiley & Sons, New York, 1988.

WILSON, E.O. The insects societies, Harvard University Press, Cambridge, 1971.

ZARBIN, P. H. G. et al. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v.32, n.3, 2009.

ZHANG, A., ROBBINS, P.S., LEAL, W.S., LINN, C.E.J., VILLANI, M.G., ROELOFS, W.L., Essential amino acid methyl esters: major sex pheromone components of the cranberry white grub, *Phyllophaga anxia* (Coleoptera, Scarabaeidae). **Journal of Chemical Ecology**. v.23, p. 231, 1997.

**Biologia de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) e
predação de pulgões *Brevicoyne brassicae* (L.) e *Aphis craccivora* Kock (Hemiptera:
Aphididae)**

RESUMO

Entre os coccinelídeos, a espécie *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) tem demonstrado potencial para o controle de espécies-praga tanto por conservação como de forma aplicada. Neste sentido, este estudo determinou as características biológicas de *E. connexa* alimentada com os pulgões *Brevicoyne brassicae* (L.) e *Aphis craccivora* Kock (Hemiptera: Aphididae) em comparação à presa alternativa de criação, ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) e a taxa de consumo sobre esses pulgões. O bioensaio para determinar as características biológicas de joaninhas constaram de três tratamentos: (i) ninfas e adultos de *B. brassicae*; (ii) ninfas e adultos de *A. craccivora*; e (iii) ovos de *A. kuehniella*. O experimento de consumo dos pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* por larvas de primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstar e adultos de *E. connexa* foi conduzido empregando-se presas de três idades: ninfas neonatas (i); ninfas de terceiro instar (ii); e adultos (iii) nas densidades de 120, 50 e 50 indivíduos, respectivamente. Joaninhas alimentadas com *B. brassicae* apresentaram maior tempo de desenvolvimento com 15,8 dias e uma viabilidade larva-adulto de 36,6%, enquanto que os tratamentos com *A. craccivora* e ovos de *A. kuehniella* obtiveram 13,8 e 13,2 dias e viabilidade de 76,6 e 80%, respectivamente. O consumo de ninfas e adultos dos pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* por larvas e adultos de *E. connexa*, aumentou com a idade do predador independentemente da idade da presa, bem como não foi observada diferença na taxa de predação entre as espécies de pulgões. Os resultados permitiram concluir que ambos os pulgões foram presas para a joaninha *E. connexa* não apresentando diferença na predação, embora o pulgão *A. craccivora* proporcionou melhores características de desenvolvimento da joaninha *E. connexa*, em comparação à *B. brassicae*.

Palavras-chave: Coccinelídeos. Biologia. Predação. Aphididae.

ABSTRACT

Among the coccinellids, the species *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) has shown potential for control of pest species both for conservation and for applied biological control. In this sense, this study determined the biological characteristics of *E. connexa* fed the aphids *Brevicoyne brassicae* (L.) and *Aphis craccivora* Kock (Hemiptera: Aphididae) in comparison to the factitious prey, *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) and the rate of consumption of these aphids. The bioassay to determine the biological characteristics of the lady beetle consisted of three treatments: (i) nymphs and adults of *B. brassicae*; (ii) nymphs and adults of *A. craccivora*; and (iii) *A. kuehniella* eggs. The consumption of *B. brassicae* and *A. craccivora* aphids by first, second, third and fourth instar and adults of *E. connexa* was conducted using prey of three ages: neonatal nymphs (i); third instar nymphs (ii); and adults (iii) at densities of 120, 50 and 50 aphids, respectively. Lady beetle fed *B. brassicae* had a longer development time (15.8 days) and a larva-adult viability of 36.6%, whereas those larvae fed *A. craccivora* and *A. kuehniella* eggs fullfil development at 13.8 and 13.2 days and viability of 76.6% and 80%, respectively. The consumption of nymphs and adults of the *B. brassicae* and *A. craccivora* aphids by larvae and adults of *E. connexa* increased with the age of the predator regardless of the age of the prey, and no difference was observed in the rate of predation among the species of aphids. The results showed similar predation rate and preference toward both aphids species, although the *A. craccivora* promoted better developmental characteristics of *E. connexa* compared to *B. brassicae*.

Key-words: Coccinellidae. Biology. Predation. Aphididae.

INTRODUÇÃO

A joaninha *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) destaca-se nas regiões Neotropicais como um importante predador de várias pragas, principalmente de pulgões (SARMENTO et al., 2007; FERREIRA et al. 2013). No Brasil esta espécie é frequentemente encontrada em diversas culturas (SARMENTO et al., 2004, VENZON et al., 2009; RODRIGUES et al., 2013), especialmente em hortaliças. Segundo Oliveira et al. (2004), o predador *E. connexa* pode contribuir para redução do pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae), devido ao seu alto potencial predatório, consumindo quase 3 mil ninfas deste pulgão durante sua vida.

Os pulgões formam um dos principais grupos de insetos-praga em diversas culturas, tanto devido a sua alimentação (sucção da seiva), como inoculação de vírus em plantas. Neste grupo destacam-se duas espécies de pulgão, *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Aphis craccivora* Kock (Hemiptera, Aphididae), ambos de grande importância econômica, sendo a primeira espécie cosmopolita e que ataca principalmente plantas Brassicaceae (SILVA; MICHELOTTO; JORDÃO, 2004), e pode ocasionar perda de até 80% desses cultivos (RAZAQ et al., 2011). *A. craccivora* é conhecido como o pulgão-preto-do-feijoeiro, sendo considerado também uma praga cosmopolita (RAKSHANI et al., 2005). Este pulgão suga a seiva dos brotos e pecíolos das folhas, provocando deformações nas folhas, atraso no desenvolvimento, além da disseminação de viroses (QUINTELA et al., 1991).

Apesar de Coccinellidae ser amplamente estudada, esta família é composta de muitas espécies com papel benéfico no controle de pragas. Para obter sucesso no uso dessas espécies é importante o conhecimento detalhado de sua relação com as presas alvo devido sua ocorrência em variados habitats, permitindo a predação de uma gama de espécies de pragas (WEBER; LUNDGREN, 2009). Portanto, para a utilização de inimigos naturais no controle biológico seja por conservação ou de forma aplicada é necessário o conhecimento dos hábitos alimentares; bem como o seu desempenho usando as potenciais presas. Apesar de Coccinellinae, ser uma subfamília com diversas espécies oligófagas predadoras de pulgões incluindo *E. connexa*, nem todos os pulgões são presas adequadas para essas joaninhas. Segundo Tsaganou et al. (2004), os pulgões *B. brassicae*, e *Megoura viciae* Buckton (Hemiptera: Aphidoidea), não se apresentaram nutricionalmente adequados para a joaninha *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera:

Coccinellidae), no caso do *B. brassicae* isso pode ser justificado pela presença de cerosidade existente em seu corpo, como também pela capacidade destes indivíduos capturarem substâncias tóxicas das plantas hospedeiras, no caso sequestro do glucosilato de plantas da família Brassicaceae (BRIDGES et al., 2002).

Informações referentes a biologia, ecologia e conservação de Coccinellidae ainda são muito incipientes, por isto, o presente estudo tem por objetivo determinar as características biológicas de *E. connexa* alimentada com os pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* e a taxa de predação desses.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia: Controle Alternativo de Pragas do Centro de Ciência Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo, AL.

Origem e Criação do Predador e Presas

As joaninhas foram provenientes da criação mantida no Laboratório de Controle Biológico de Insetos da UFRPE. Os insetos adultos e larvas foram criados conforme metodologia descrita em Rodrigues et al. (2013). Os adultos foram criados em recipientes plásticos de 500 mL, contendo abertura na tampa fechada com tecido *voil* para permitir a circulação de ar. Pedacos de papel toalha foram colocados no interior dos recipientes como substrato para oviposição. As posturas eram coletadas diariamente e transferidas para recipientes plásticos de 500 mL, e mantidas até a eclosão das larvas, posteriormente, as larvas eram transferidas na densidade de duas por recipiente plástico de 80 mL. No interior dos recipientes foram colocados pedacos de papel toalha de aproximadamente 2 x 2 cm como substrato para pupação. Os insetos foram alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), sendo que na fase adulta também era oferecida uma dieta à base de levedura de cerveja e mel de abelha (1: 1).

Os pulgões *A. craccivora* foram oriundos de infestações naturais em plantas de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) (Fabaceae) cultivadas em campo experimental da UFAL, em Rio Largo, AL. Estes pulgões foram criados em plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (Fabaceae), cultivar Vita 7, caracterizado como sendo de alta

suscetibilidade ao pulgão-preto. Plantas de feijão-caupi foram cultivadas em copos plásticos de 500 mL contendo solo e substrato na proporção de (1:1) dentro de gaiolas protegidas com tela antiafídica (4,0m largura x 4,0m comprimento x 0,4m de altura), mantidas em casa de vegetação, sendo que após 15 dias do plantio, as plantas eram infestadas por fêmeas ápteras com o auxílio de um pincel. Em intervalos de cinco dias, os insetos eram transferidos para novas plantas. Este procedimento foi realizado rotineiramente de modo a manter uma criação estoque para a utilização nos estudos.

Os pulgões *B. brassicae* também foram coletados em plantas de couve-manteiga cv. Geórgia, *B. oleracea* var. *acephala* D.C. (Brassicaceae), infestadas naturalmente em campo, no Setor de Olericultura da UFAL, em Rio Largo, AL. Estes insetos foram transportados ao laboratório onde passaram por triagem, e foram transferidos para plantas de couve-manteiga cultivadas em vasos e mantidas em casa-de-vegetação no interior de gaiolas protegidas por tela antiafídica (1,0m x 1,0m x 0,5m).

Aspectos Biológicos de *Eriopsis connexa*

O experimento foi conduzido para determinar a viabilidade de ovos, duração e viabilidade de cada ínstar e/ou fase, bem como a razão sexual, peso dos adultos e fecundidade da joaninha *E. connexa* alimentadas com às diferentes presas incluindo espécies-praga alvo de controle e presa alternativa de criação como padrão de comparação. Assim, larvas neonatas (< 12h) de *E. connexa* provenientes da criação mantida em laboratório foram individualizadas com auxílio de pincel de cerdas macias em placas de Petri (6,5cm de diâmetro) forradas com papel filtro, onde foi ofertada a presa de acordo com o tratamento: (i) ninfas e adultos de *B. brassicae*; (ii) ninfas e adultos de *A. craccivora*; e ovos de *A. kuehniella* (iii). Cada tratamento/presa foi iniciado com 60 larvas, sendo uma larva considera como uma repetição. As larvas foram observadas diariamente para determinar a mudança de instar, fase e/ou mortalidade, momento no qual se removia da placa o excedente de presas do dia anterior introduzindo-se novas presas, sempre em abundância. Esta avaliação foi realizada até a emergência dos adultos. As pupas foram observadas diariamente para se determinar a duração e viabilidade desta fase. Os adultos recém-emergidos, antes de se alimentarem foram pesados individualmente em balança analítica de precisão 0,001g (Shimadzu AUY 220). Os casais foram formados por meio de observações, onde aqueles insetos que apresentaram abdome mais dilatado em função da ovogênese foram consideradas fêmeas e, assim pareados sendo os insetos

remanescentes separados para dissecação e observação da genitália para determinação do sexo.

Adultos com cinco dias de idade foram pareados para todos os tratamentos, sendo constituídos diferentes números de casais devido a viabilidade das fases imaturas e similares idades dos adultos emergidos: *B. brassicae* (n = 6), *A. craccivora* (n = 12) e ovos de *A. kuehniella* (n = 12). Os casais formados foram mantidos em recipientes plásticos de 80 mL, contendo um pedaço de papel toalha em seu interior como substrato para oviposição. Os números de ovos e de larvas eclodidas foram registrados quando realizada a alimentação dos adultos durante um período de 30 dias após o pareamento. Assim, o período de 30 dias cobre o máximo período reprodutivo com base na longevidade média para a espécie alimentada com a presa padrão de criação, *A. kuehniella* (FERREIRA et al. 2013). As posturas realizadas no papel toalha foram transferidas para outro recipiente, entretanto, quando as fêmeas ovipositaram na parede do recipiente, os adultos foram transferidos para outro local com a finalidade de evitar danos às mesmas. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade homogeneidade de variância (Kolgomorov e Bartlett) e transformados em em raiz ($x+0,5$) e em seguida submetidos a ANOVA e comparados pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade (SAS Institute 2001).

Consumo de *Brevicoryne brassicae* e *Aphis craccivora* por *Eriopsis connexa*.

O consumo de ninfas neonatas (i); ninfas de terceiro ínstar (ii) e adultos ápteros dos afídeos (iii) *B. brassicae* e *A. craccivora* por larvas e adultos da joaninha *E. connexa* foi determinado. Os afídeos foram empregados como presa nas densidades de 120, 50 e 50 indivíduos/dia. Estas densidades foram previamente determinadas observando-se que as mesmas caracterizavam abundância de presa. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, tendo as idades da presa como tratamentos (n = 3) e 15 repetições representadas por uma larva ou adulto do predador. As presas foram ofertadas sobre discos de folhas de 3,5 cm de diâmetro de couve para o pulgão *B. brassicae* e de folhas de feijão caupi para *A. craccivora*. As folhas foram colhidas, mergulhadas em solução de água e hipoclorito de sódio a 0,5% (v/v) e, posteriormente, lavadas com água. Após secar a umidade excedente, os discos foram distribuídos em placas de Petri (6,5 cm de diâmetro) onde se procedeu à infestação dos mesmos com as respectivas presas.

Os pulgões foram transferidos com auxílio de pincel de cerdas macias para os discos foliares, nas densidades estabelecidas. Em seguida, as placas foram fechadas com filme plástico de PVC. Após averiguação do número de presas, as larvas neonatas foram transferidas para cada placa de Petri de acordo com o tratamento correspondente. A avaliação da taxa de predação da joaninha *E. connexa* ocorreu anotando-se o consumo de presas de cada ínstar, no período de 24 horas. Os dados que não assumiram distribuição normal foram submetidos a testes não-paramétricos, e inicialmente submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e Wilcoxon (SAS Institute 2001).

RESULTADOS

Aspectos Biológicos de *Eriopsis connexa*

Larvas de *E. connexa* alimentadas com o pulgão *B. brassicae* prolongaram o desenvolvimento larval em relação às larvas que consumiram o pulgão *A. craccivora* ou ovos de *A. kuehniella* (Tabela 1). O período pupal não apresentou diferença entre os tratamentos, contudo, os insetos alimentados com os pulgões *B. brassicae* apresentaram maior tempo de duração larva-adulto diferindo dos outros tratamentos (Tabela1). Os insetos alimentados com *B. brassicae* apresentaram uma razão sexual de 61%, enquanto que as joaninhas que se alimentaram de *A. craccivora* e ovos de *A. kuehniella* exibiram razão sexual 57% e 44% de fêmeas, respectivamente (Tabela 1). Quanto ao peso de machos e fêmeas de *E. connexa*, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos e, entre todos as presas, os machos pesaram menos que as fêmeas (Tabela 1).

Com relação aos resultados de viabilidade larval, não foi observada diferença estatística entre as joaninhas alimentadas com as presas *A. craccivora* e ovos de *A. kuehniella*, e que foi superior àquelas alimentadas com *B. brassicae*. A viabilidade pupal entre os insetos alimentados com o pulgão-preto e ovos de *A. kuehniella* apresentaram-se similar, diferindo apenas do tratamento com *B. brassicae*. Insetos que tiveram como presa *B. brassicae* apresentaram a menor viabilidade larva-adulto de 36,6%, diferindo dos outros tratamentos(Tabela1).

Consumo de *Brevicoryne brassicae* e *Aphis craccivora* por *Eriopis connexa*.

O consumo de ninfas e adultos dos pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* por larvas e adultos de *E. connexa* aumentou com a idade do predador, independentemente da idade da presa. Larvas de quarto ínstar apresentaram maiores taxas de predação para as duas espécies de pulgão estudadas. No entanto, a predação de ninfas neonatas pelo predador *E. connexa* foi significativamente maior para ambas as presas. Em seguida, o segundo maior consumo foi de ninfas de terceiro instar e adultos. Não foi observada diferença estatística na predação de *E. connexa* entre os pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* em nenhum dos estágios de desenvolvimento, apresentando consumo similar entre as presas (Tabela 2). Comparando-se os estágios das presas, independente da espécie, ninfas neonatas foram as mais predadas, sem diferença da fase do predador, seguidas das outras fases (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo comprovam que a joaninha *E. connexa* apresenta grande potencial para o controle de pragas (ALMEIDA-SARMENTO et al. 2007, DUARTE GÓMEZ; ZENNER DE POLANÍA 2009). É notório neste estudo que, para todos os tratamentos, a maior duração larval ocorreu nas joaninhas alimentadas com o pulgão *B. brassicae*, isto provavelmente pode ter ocorrido devido ao fato deste pulgão ser uma presa menos nutritiva (TSAGANOU, et al. 2004), pois uma dieta inadequada, geralmente pode causar um prolongamento do período larval. Quando comparada a duração larva-adulto do predador alimentado com *B. brassicae* em relação àqueles alimentados com *A. craccivora* e ovos de *A. kuehniella*, nota-se que os insetos que tiveram como presa o pulgão *B. brassicae*, apresentaram maior período de desenvolvimento (Tabela 1).

Levando-se em consideração o tempo de desenvolvimento larva-adulto de *E. connexa* alimentada com *B. brassicae*, *A. craccivora* e ovos de *A. kuehniella* é o esperado em relação a outros estudos. Oliveira; Wilcken; Matos (2004), também estudando a biologia de *E. connexa* alimentada com *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae) na temperatura de 23°C, obtiveram resultados próximos deste estudo, quando

comparamos o desenvolvimento de joaninhas alimentadas com *B. brassicae*. Uma vez que, as joaninhas alimentadas com o pulgão *C. atlântica* exibiram duração do período larva-adulto de aproximadamente 16 dias. Para larvas de *E. connexa* alimentadas com ninfas de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), Resende et al. (2015) também alcançaram resultados próximos ao deste estudo.

Segundo Stampi; Erskine; Paradise (1991), uma presa nutricionalmente inadequada pode promover um aumento no período de desenvolvimento, provocando maior mortalidade do predador. No entanto, quando uma presa é adequada nutricionalmente, ocasiona redução do tempo de desenvolvimento. Scriber; Slansky (1981) e Thompson (1999) também corroboram com a ideia de que uma dieta inadequada pode aumentar o tempo de desenvolvimento do inseto.

Quanto a razão sexual (Tabela 1), Silva et al. (2013) também verificaram que independente da dieta, a joaninha *E. connexa* apresentou razão sexual similar, aproximadamente de 1:1, considerada ideal para um bom crescimento populacional. Os insetos machos apresentaram peso menor que as fêmeas independente da presa oferecida (Tabela 1). Semelhantemente, como em outros estudos, machos de *E. connexa* apresentam peso reduzido em relação a fêmeas, o que pode ser utilizado como dimorfismo sexual para a espécie (KATSAROU et al., 2005).

O pulgão *A. craccivora* e ovos de *A. kuehniella* mostraram-se mais adequados como alimento a *E. connexa*, pois as larvas alimentadas com essas presas completaram o desenvolvimento em menor tempo e apresentaram maior percentual de sobrevivência que aquelas alimentadas com *B. brassicae* (Tabela 1). Estudos têm demonstrado que ovos de *A. kuehniella* e *Sitotroga cerealella* Oliver (Lepidoptera: Pyralidae), são eficientes dietas para a criação de Coccinellidae (KATO et al., 1999; ABDEL-SALAM; ABDEL-BAKY, 2001; BERKVENS et al., 2008). Hodek; Honek (2009) também descrevem que ovos de Lepidoptera podem ser utilizados com sucesso na criação de joaninhas predadoras em laboratório, mostrando-se adequados quando comparados às presas naturais (PILIPJUK et al., 1982; KATO et al. 1999; SPECTY et al., 2003; DE CLERCQ et al., 2005).

De acordo com Kushad et al. (1999), a baixa viabilidade de larva-adulto de *E. connexa* alimentada com *B. brassicae*, pode estar relacionada ao efeito tóxico do teor de glucosilato das plantas de Brassicaceae pois, ao se alimentar de plantas desta família, o pulgão *B. brassicae* acumula este composto em seu corpo, utilizando isto como defesa contra predadores (KANZANA et al., 2007). No entanto, alguns organismos conseguem

lidar muito bem com este pulgão, como é o caso do crisopídeo *Ceraeochrysa caligata* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae), que apresenta uma adaptação satisfatória para esta presa (SOUZA et al., 2015). Contudo, crisopídeos e coccinelídeos apresentam diferente estratégia de alimentação, sendo que os primeiros apresentam digestão extra-oral, enquanto as larvas e adultos de coccinelídeos ingerem toda a presa por partes incluindo a pulverulência presente no pulgão. Ao contrário do que aconteceu com as larvas de *E. connexa*, os adultos apresentaram desempenho reprodutivo satisfatório, sugerindo que estes adultos, provavelmente conseguem tolerar de maneira mais eficiente o efeito tóxico do *B. brassicae*. Segundo Michaud (2005), joaninhas adultas possuem mandíbulas mais fortes e sistema digestivo mais desenvolvido que as larvas, o que permite processar certos alimentos mais eficientemente, à medida que, suas larvas dificilmente completam o seu desenvolvimento quando providas com alimento inadequado (SILVA et al., 2009).

O consumo crescente de ninfas e adultos dos pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* pela joaninha *E. connexa* se deu devido ao aumento da idade do predador, pois os insetos nos instares iniciais exibiram menor predação devido a um baixo requerimento nutricional das larvas menores, além do pequeno tamanho. No entanto, larvas de quarto ínstar apresentaram maiores índices de predação para as duas espécies de pulgão estudadas, neste caso, a necessidade nutricional é maior, principalmente devido à fase seguinte, que é a de pupa, além destas possuírem uma maior mobilidade e tamanho, resultando em uma maior área de busca para a presa (GARCIA et al., 1975).

Em relação a predação de *E. connexa* para os pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* não foi observada diferença estatística entre as espécies, em nenhum dos estágios de desenvolvimento, apresentando consumo numericamente similar, supostamente devido à semelhança no tamanho destes pulgões. Mesmo o pulgão *B. brassicae* não apresentando características nutricionais adequadas para o desenvolvimento das larvas, a joaninha *E. connexa* ainda exibiu o consumo satisfatório para este inseto. Souza et al. (2005), ao estudar a predação de *C. caligata*, relataram aumento no consumo de *B. brassicae* por larvas de *C. caligata*, que ocorreu de maneira concomitante ao aumento de tamanho das larvas do predador e da densidade.

CONCLUSÕES

Joaninhas *E. connexa* alimentadas com pulgão *B. brassicae* apresentam maior tempo de desenvolvimento e menor viabilidade larva-adulto, entretanto, apresentam fecundidade similar aos outros tratamentos.

Larvas de quarto ínstar de *E. connexa* exibem maior capacidade predatória para ambas as espécies de pulgão.

Larvas e adultos de *E. connexa* não apresentam diferença para predação de *B. brassicae* e *A. craccivora*.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-SALAM, A.H.; ABDEL-BAKY, N.F. Life table and biological studies of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Col., Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lep., Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 125, n. 8, p. 455-462, 2001.
- ALMEIDA-SARMENTO, R. et al. Functional Response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to diferente prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, p.121–126, 2007.
- BERKVEN, N. et al. Influence of diet and photoperiod on development and reproduction of European populations of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). In: ROY, H.E.; WAJNBERG, E. From Biological Control to Invasion: the Ladybird *Harmonia axyridis* as a **Model Species**, 1. ed. Springer, 2008. cap.14, p. 211-221.
- BRIDGES, M. et al. 2002 Spatial organization of the glucosinolate–myrosinase system in brassica specialist aphids is similar to that of the host plant. **Proceedings of the Royal Society of London Biological**. v.269, 187–191, 2002.
- DE CLERCQ, P. et al. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. **Pest Management Science**, v.61, p.1129–1132, 2005.
- DUARTE GÓMEZ, W.; ZENNER DE POLANÍA, I. Tabla de vida del cucarrón depredador *Eriopis connexa* (Germar). **Revista Actualidad & Divulgación Científica**, v.12, p.147–155, 2009.
- FERREIRA, E. S.; SILVA-TORRES, C. S. A.; RODRIGUES, A. R. S.; TORRES, J. B. Life-history costs associated with resistance to lambda-cyhalothrin in the predatory ladybird beetle *Eriopis connexa*. **Agricultural and Forest Entomology** (Print). v.15,

p.168 - 177, 2013.

GARCIA, U.B.; ZAPATA, M.T.; BEL, A.N. Respuesta funcional y numérica de *Scymnus* sp.a diferentes densidades de *Aphis gossypii* Glover. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.18, p.53-58, 1975.

HODEK, I.; HONEK, A. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. **Biology Control**, v.51, p.232–243, 2009.

KANZANA, E. et al. The cabbage aphid: A walking mustard oil bomb. **Proceeding of the Royal Society B Biological Sciences**, v.274, p.2271-2277. 2007.

KATO, C.M.; BUENO, V.H.P.; MORAES, J.C.; AUAD, AM. Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 455-459, 1999.

KATSAROU, I. et al. Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. **Biology Control**, v. 50, p. 565-588, 2005.

KUSHAD, M.M. et al. Variation of glucosinolates in vegetable crops of *Brassica oleracea*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p.1541-1548. 1999.

MICHAUD, J. P. On assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. **European Journal of Entomology**, v.102, p.385–390. 2005.

OLIVEIRA, E. E. et al. Aspectos biológicos do predador *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado com *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) e *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae). **Bioscience Journal**. v. 21, p. 33-39, 2004.

OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F; MATOS, O.C.A. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-dopinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 4, p. 529-533, 2004.

PETTERSSON, J; KARUNARATNE, S; AHMED, E; KUMAR V. The cowpea aphid, *Aphis craccivora*, host plant odours and pheromones. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.88, p.177–184, 1998.

PILIPJUK, V. I.; BUGAEVA, L. N; BAKLANOVA, E. V. On the possibility of breeding of the predatory beetle *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Coleoptera, Coccinellidae) on the eggs of *Sitotroga cerealella* **Ol. Entomol. Obozr**, v.1, p. 50–52. 1982.

QUINTELA, E. D.; NEVES, B. P.; QUINDERÁ, M. A. W.; ROBERTS, D. W. **Principais pragas do caupi no Brasil**, Goiânia- GO. Embrapa CNPFA, 38p. (Documento, 35) 1991.

- RAKSHANI, E.; TALEBI, A.A.; KAVALLIERATOS, N.G.; REZWANI, A.; MANZARI, S.; TOMANOVIC, Z. Parasitoid complex (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphidoidea) in Iran. **Journal of Pest Science**, v.78, p.193-198, 20005.
- RAZAQ, M et al. Losses In Yield And Yield Components Caused By Aphids To Late Sown Brassica *Napus* L., *Brassica Juncea* L. And *Brassica carrinata* A. Braun At Multan, Punjab (Pakistan). **Pakistan Journal of Botany**, v. 43, n. 1, p. 319-324, 2011.
- RESENDE, A.L.S. et al. Desenvolvimento e reprodução de *Eriopsis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com recursos florais de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Entomotropica**, v. 30, n.2, p 12-19, 2015.
- RODRIGUES, A.R.S. et al. Response of different populations of seven lady beetle species to lambda-cyhalothrin with record of resistance. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v.96, p.53–60, 2013.
- SARMENTO, R. A.et al. Fat body morphology of *Eriopsis Connexa* (Coleoptera, Coccinellidae) in function of two alimentary sources. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.47, 407-411, 2004.
- SARMENTO, R. A.et al. Functional response of the predator *Eriopsis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n.1, p. 12, 2007.
- SCRIBER, J. M.; SLANSKY, F. J. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, v. 26, p. 183-211, 1981.
- SILVA, R. A.; MICHELOTTO, M. D.; JORDÃO, A. L. Levantamento preliminar de pulgões no Estado do Amapá. Macapá: Embrapa, 2004. 11 p. (Circular técnico, 32).
- SILVA, R. B. *et al.* Biological aspects of *Eriopsis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on different insect pests of maize (*Zea mays* L.) and sorghum [*Sorghum bicolor* L. (Moench.)]. **Brazilian Journal of Biology**, v.73, n.2, p. 419-424, 2013.
- SILVA, R.B. et al. Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopsis connexa*. **Phytoparasitica**, v.37, p.115–123, 2009.
- SINGH SR, JACKAI LEN Insect pests of cowpeas in Africa: their life cycle, economic importance, and potential for control. In: Singh SR, Rachie KO (eds) Cowpea research, production and utilization. Wiley, Chichester, pp 217–231. 1985.
- SOUZA, J.C. DE. et al. Resposta funcional e capacidade predatória da fase larval de *Ceraeochrysa caligata* alimentada com *Brevicoryne Brassicae*. **Revista Verde**, v. 10, n.3, p 61 - 65, 2015.

SPECTY, O. et al. Nutritional plasticity of the predatory ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): comparison between natural and substitution prey. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v.52, p.81–91, 2003.

STAMP, N. E.; ERSKINE, T.; PARADISE, C. J. Effects of rutin-fed caterpillars on an invertebrate predator. **Oecologia**, v. 88, p. 289–295, 1991.

THOMPSON, S.N., Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 561-592, 1999.

TSAGANOU, F.C. et al. Effect of *Aphis gossypii* Glover, *Brevicoryne brassicae* (L.), and *Megoura viciae* Buckton (Hemiptera: Aphidoidea) on the development of the predator *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**. v.31, 138-144, 2004.

VENZON, M.; LEMOS, F.; SARMENTO, R.A.; ROSADO, M.C.; PALLINI, A. Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1086-1091, 2009.

WEBER, D.C.; LUNDGREN, J.G. Assessing the Trophic Ecology of the Coccinellidae: Their Roles as Predators and Prey. **Biological Control**. v.51, 199-214, 2009.

Tabela 1- Características biológicas (\pm EP) e viabilidade (%) das fases imaturas e peso de adultos de *Eriopis connexa* alimentados com os pulgões *Brevicoryne brassicae*, *Aphis craccivora* e da presa alternativa ovos de *Anagasta kuehniella*. Temp.: 25 ± 2 °C e 12h de fotofase.

Características	<i>Brevicoryne brassicae</i>	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Anagasta kuehniella</i>	Estatística
				Valor de P
Duração Larval (Dias)	10,8 \pm 0,21a	9,1 \pm 0,22b	8,4 \pm 0,12b	<0, 0001
Duração Pupa (Dias)	3,9 \pm 0,12a	3,7 \pm 0,08a	3,9 \pm 0,02a	0,1202
Duração Larva-adulto (Dias)	15,6 \pm 0,29a	13,8 \pm 0,25b	13,2 \pm 0,15b	<0,0001
Razão sexual	61 \pm 1,65 ^a	57 \pm 3,23a	44 \pm 2,21b	0,0009
Peso macho (mg)	7,3 \pm 0,52a	8,1 \pm 0,28a	7,9 \pm 0,36a	0,4566
Peso fêmea (mg)	9,3 \pm 0,41a	9,7 \pm 0,24a	9,8 \pm 0,27a	0,5063
Número de ovos	319,2 \pm 50,60a	378,2 \pm 9,49a	328,5 \pm 38,75a	0,3957
Eclosão de larvas	48,8 \pm 4,08a	48,7 \pm 2,57a	46,5 \pm 3,37 a	0,8397
Viabilidade (%)				
Larval	48,3 \pm 6,50b	80,0 \pm 5,20a	86,6 \pm 4,42a	<0,0001
Pupa	92,6 \pm 5,13b	100,0 \pm 0,00a	100,0 \pm 0,00a	0,0245
Larva-Adulto	36,6 \pm 6,27b	76,6 \pm 5,50a	80,0 \pm 5,20a	0,0245

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey HSD (P<0,05).

Tabela 2- Consumo médio diário (\pm EP) de ninfas e adultos de *Brevicoryne brassicae* e *Aphis craccivora* predadas por larvas e adultos de *Eriopsis connexa*.

Predador	Presas							
	<i>Brevicoryne brassicae</i>				<i>Aphis craccivora</i>			
	Ninfas neonatas	Ninfas de 3ºinstar	Adultos	Estatística	Ninfas neonatas	Ninfas de 3ºinstar	Adultos	Estatística
Larva 1ºinstar	4,2 \pm 0, 27 Ae	1,4 \pm 0,13Ad	1,2 \pm 0, 10Bd	P<0,0001	4,7 \pm 0, 31Ad	1,5 \pm 0,13Bd	1,3 \pm 1,12Be	P<0,0001
Larva 2º instar	10,3 \pm 0,86 Ad	4,2 \pm 0,51Bc	1,9 \pm 0,18Cc	P<0,0001	8,9 \pm 0,45Ac	4,8 \pm 0,35Bc	2,7 \pm 0,22Cd	P<0,0001
Larva 3º instar	39,6 \pm 2,62 Ac	18,0 \pm 1,40Bb	18,0 \pm 1,65Bb	P<0,0001	40,7 \pm 1,76Ab	26,5 \pm 1,54Bb	20,5 \pm 2,04Bc	P<0,0001
Larva 4º instar	86,3 \pm 2,71 Aa	33,4 \pm 1,27Aa	32,2 \pm 2,06Ba	P<0,0001	83,8 \pm 2,93Aa	35,6 \pm 2,26Ba	33,8 \pm 3,62Ba	P<0,0001
Adultos	71,2 \pm 5,60 Ab	29,7 \pm 1, 50Ba	30,2 \pm 0,82Ba	P<0,0001	81,4 \pm 2,84Aa	32,0 \pm 1,42Ba	27,1 \pm 1,42Cb	P<0,0001
Estatística	P<0,0001	P<0,0001	P<0,0001		P<0,0001	P<0,0001	P<0,0001	

Médias (\pm EP) seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD (P>

Resposta funcional de *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) para os pulgões *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Aphis craccivora* Koch, 1858 (Hemiptera: Aphididae)

RESUMO

Em campo, predadores são expostos a diferentes espécies de presas, bem como sob variável disponibilidade delas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta funcional da joaninha *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) submetida a diferentes densidades dos pulgões *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Aphis craccivora* Koch, 1858 (Hemiptera: Aphididae). Para tanto, a taxa de predação da joaninha *E. connexa* foi determinada sobre os pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora*. Nos bioensaios foram utilizadas larvas de quarto ínstar e adultos de *E. connexa* com um dia de idade e submetidas a seis densidades de presas: 20, 30, 40, 50, 60 e 70 pulgões para ambas as espécies de pulgões com 15 repetições por densidade. Os pulgões foram ofertados sobre discos de folhas da planta hospedeira de 5,0 cm de diâmetro. O tempo de manipulação e taxa de ataque, respectivamente foram $0,03h^{-1}$ e $0,27h^{-1}$ para larvas e $0,03h^{-1}$ e $0,15h^{-1}$ para adultos da joaninhas alimentadas com *B. brassicae* e $0,59h^{-1}$ e $0,35h^{-1}$ e $0,70h^{-1}$ e $0,0,95h^{-1}$ para larvas e adultos alimentados com *A. craccivora*. Tanto para larvas como para adultos de *E. connexa*, a quantidade de pulgões predados aumentou com o incremento da densidade da presa, até atingir assíntota consumindo um máximo de 30,3 e 31,6 *B. brassicae* e 36,3 e 34,6 *A. craccivora* para larvas e adultos, respectivamente. Em conclusão, larvas e adultos de *E. connexa* exibiram resposta funcional do tipo II predando os pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora*.

Palavras-chave: Predador. Presas. Densidades. Resposta Funcional.

ABSTRACT

Under field conditions, predators face different prey species and to variable prey densities. This work determined the functional response of the lady beetle *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) subjected to different densities of the aphids *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) and *Aphis craccivora* Koch, 1858 (Hemiptera: Aphididae). Thus, predation rates of 4th-instar larvae and adults with 1-day old of the lady beetle preying upon the aphids *B. brassicae* and *A. craccivora* were studied using 20, 40, 50, 60 and 70 aphids with 15 replication per density. The aphids were offered on 5-cm leaf-discs made from leaves of each aphid plant host. The handling times and attack rates, respectively, were 0.03h^{-1} and 0.27h^{-1} for larvae and 0.03h^{-1} and 0.15h^{-1} for adults fed *B. brassicae* and 0.59h^{-1} and 0.35h^{-1} for larvae, and 0.70h^{-1} and 0.95h^{-1} for adults fed *A. craccivora*. Both larvae and adults lady beetles increased predation rate as function of prey density offered reaching a maximum predation rate of 30.3 and 31.6 *B. brassicae* and 36.3 and 34.6 of *A. craccivora* by larvae and adults of lady beetle at the highest prey density respectively. In conclusion, larvae and adults of *E. connexa* exhibited a type II functional response.

Keywords: Predator. Prey. Densities. Functional Response.

INTRODUÇÃO

Os coccinélídeos predadores desempenham papel relevante no controle biológico de pragas em muitas culturas agrícolas (WEBER; LUNDGREN, 2009; OBRYCKI et al. 2009, BIDDINGER; WEBER; HULL, 2009; MICHAUD, 2012), devido à sua capacidade de busca e voracidade sobre as presas (VANDENBERG, 2002; OLIVEIRA et al., 2004). Para a maioria das espécies destes predadores, tanto os adultos quanto as larvas predam uma ampla gama de presas, incluindo pulgões (HAGEN, 1962; OLIVEIRA et al., 2004). Em Coccinellidae, a joaninha *Eriopis connexa* (Genmar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae), tem recebido bastante atenção, pelo fato de ser um agente potencial para o biocontrole de pragas em culturas hortícolas na região Neotropical (ALMEIDA-SARMENTO et al., 2007; DUARTE GÓMEZ; ZENNER DE POLANÍA, 2009). No Brasil, esta espécie também é comumente encontrada associada alimentando-se de muitas pragas hortícolas, consideradas chaves para algumas culturas (VENZON et al., 2009; RODRIGUES et al., 2012).

A predação é considerada um dos fatores biótico de mortalidade que mais reduzem as populações de insetos-praga no ambiente natural. Sua importância se faz, devido a atual necessidade de reduzir o uso de inseticidas para o controle de pragas (SARMENTO et al. 2007; WIEDENMANN; SMITH, 1997). No controle biológico, a relação entre a densidade de presas e a taxa de consumo é conhecida como resposta funcional (ABRAMS; GINZBURG, 2000; JESCHKE et al., 2002). A resposta funcional é um fenômeno importante, que descreve o comportamento do predador em função da sua presa em diferentes densidades, determinando assim, a eficiência de um predador na regulação de populações de presas (MURDOCH; OATEN, 1975). Segundo Solomon (1969), o aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento de consumo, até um determinado limite, uma vez que as oportunidades de encontro para ataque da presa serão maiores com o tempo.

De acordo com os autores Holling (1959) e Jervis; Kidd (1996), existem quatro tipos fundamentais de curvas de resposta funcional: (Tipo I), que corresponde ao consumo de presas pelo predador resultando em aumento linear; (Tipo II), ocorre quando há uma desaceleração na taxa de predação atingindo uma assíntota, ou uma relação sigmóide chamada também de ascensão em forma de S (tipo III); e a última (tipo IV) estabelece uma curva em forma de cúpula. Um predador que exibe uma resposta funcional

do tipo III apresenta maior potencial em regular a população de presas porque, neste caso, a proporção de presas atacadas aumenta com o aumento da sua densidade (FERNANDEZ-ARHEX; CORLEY, 2003). Contudo, a resposta funcional tipo II, é a mais comumente observada para predadores invertebrados (VAN LENTEREN; BAKKER 1976).

Sendo assim, este estudo objetivou obter a resposta funcional da joaninha *E. connexa* submetidas aos pulgões *Brevicoryne brassicae* e *Aphis craccivora* em diferentes densidades.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia: controle alternativo de pragas do Centro de Ciência Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo, AL.

Obtenção e Criação do Predador e Presas

As joaninhas utilizadas no experimento foram provenientes da criação mantida no Laboratório de Controle Biológico de Insetos da UFRPE. Os adultos e larvas dos insetos foram criados conforme metodologia descrita em Rodrigues et al. (2013). Os adultos foram criados em recipientes plásticos de 500 mL contendo abertura na tampa fechada com tecido *voil* para permitir a circulação de ar. Pedacos de papel toalha foram colocados no interior dos recipientes como substrato para as oviposição. Diariamente, as posturas foram transferidas para recipientes plásticos de 500 mL, e mantidas até a eclosão das larvas. Em seguida, as larvas eram transferidas na densidade de duas larvas por recipiente plástico de 80 mL. No interior dos recipientes foram colocados pedacos de papel toalha de aproximadamente 2 x 2 cm como substrato para pupação. Os insetos foram alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), sendo que na fase adulta também era oferecida uma dieta à base de levedura de cerveja e mel (1: 1).

Os pulgões *A. craccivora* foram oriundos de infestações naturais em plantas de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) (Fabaceae) cultivadas em campo experimental da UFAL, em Rio Largo, AL. Estes pulgões foram criados em plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (Fabaceae), cultivar (Vita 7), com suscetibilidade ao pulgão-

preto. Plantas de feijão-caupi foram cultivadas em copos plástico de 500 mL contendo solo e substrato na proporção de (1:1) dentro de gaiolas protegidas com tela antiafídica (4,0cm x 4,0cm x 0,4cm), mantidas em casa-de-vegetação, sendo que após 15 dias do plantio, as plantas eram infestadas por fêmeas ápteras com o auxílio de um pincel. Em intervalos de cinco dias, os insetos eram transferidos para novas plantas. Este procedimento foi realizado rotineiramente de modo a manter uma criação estoque e utilização nos estudos.

Os pulgões *B. brassicae* foram coletados em plantas de couve-manteiga cv. Geórgia, *B. oleracea* var. *acephala* D.C. (Brassicaceae), infestadas naturalmente em campo, no Setor de Olericultura da UFAL, em Rio Largo, AL. Estes insetos foram transportados ao laboratório, onde passaram por triagem. A seguir foram transferidos para plantas de couve-manteiga cultivadas em vasos e mantidas em casa-de-vegetação dentro de gaiolas com tela antiafídica (1,0m x 1,0m x 0,5m).

Resposta Funcional de *Eriopis connexa* sobre os pulgões *Brevicoryne brassicae* e *Aphis craccivora*

A taxa de predação da joaninha *E. connexa* foi determinada sobre os pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* em diferentes densidades. Neste bioensaio foram utilizadas larvas de quarto ínstar e adultos de *E. connexa* com um dia de idade e adultos dos pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora*. Foram testadas seis densidades: 20, 40, 50, 60 e 70 pulgões para ambas as espécies com 15 repetições por densidade, respectivamente. As densidades foram estabelecidas a partir da taxa média de consumo diária obtida em testes preliminares. Também, as joaninhas utilizadas no estudo foram privadas de alimentação por 24h para igualar o nível de saciedade.

Os pulgões foram ofertados sobre discos de folhas de 5,0 cm de diâmetro. No caso do pulgão *B. brassicae* estes eram ofertados em discos de folhas de couve-manteiga, enquanto que o pulgão *A. craccivora* foi ofertado em discos de folhas de feijão-caupi. As folhas foram previamente lavadas com água, detergente neutro e hipoclorito de sódio a 0,5%. Ao secarem, os discos de folhas foram colocados em placas de Petri de 6,5 cm de diâmetro forradas com papel filtro levemente umedecido com água destilada e, posteriormente, infestados com as presas nas respectivas densidades. A transferência das presas foi realizada com auxílio de pincel de cerdas macias. Após feita a transferência dos pulgões para as placas, estas foram fechadas com filme plástico de PVC por 24h para

que os insetos se estabelecessem. Posteriormente, as larvas de quarto instar, assim como os adultos de joaninhas, foram transferidos individualmente para as placas de Petri de acordo com o tratamento correspondente, onde permaneceram por 24h. Após esse período foi contabilizado o número de presas vivas remanescentes em cada repetição, bem como o número de joaninhas vivas em cada tratamento.

Na primeira etapa de análise deste experimento, a forma da curva de resposta funcional foi investigada através de regressão logística da proporção de presas consumidas em função das densidades originais de presas por predador usando Proc CATMOD do programa SAS. Inicialmente, foi testado o modelo cúbico devido à capacidade de capturar todas as possíveis variações das curvas de resposta funcional. Em seguida, fizeram-se as reduções dos termos da equação até a obtenção de significância desses. O sinal do termo linear da equação gerada a partir da proporção de presas consumidas/mortas pela densidade de presas foi utilizado para determinar o tipo de resposta funcional, este quando não significativo indica resposta funcional Tipo I, quando negativo indica resposta funcional Tipo II e quando positivo resposta funcional Tipo III. Na segunda etapa determinaram-se os parâmetros: tempo de manipulação (T_h) e taxa de ataque (a') da resposta funcional. Estes parâmetros foram estimados por regressão não linear empregando o método dos quadrados mínimos (PROC NLIN do SAS) de acordo com a metodologia descrita por Juliano (1993) e comparados pelo intervalo de confiança a 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio de presas por larvas de quarto instar e adultos de *E. connexa*, nas diferentes densidades de adultos de *B. brassicae* e *A. craccivora* apresentaram uma tendência de estabilização nas densidades mais altas, originando uma curva de resposta funcional tipo II, com taxa de ataque e tempo de manipulação respectivamente de $0,03 \text{ h}^{-1}$ e $0,27 \text{ h}^{-1}$ para larvas e $0,03 \text{ h}^{-1}$ e $0,15 \text{ h}^{-1}$ para adultos predando *B. brassicae* e de $0,59$ e $0,35$ e $0,70$ e $0,95$ para larvas e adultos predando *A. craccivora* (Tabelas 1 e 2). Tanto para larvas como para adultos de *E. connexa*, a quantidade de pulgões predados aumentou com o incremento da densidade da presa, até atingir assíntota consumindo um máximo

de 30,3 e 31,6 *B. brassicae* e 36,3 e 34,6 *A. craccivora* para larvas e adultos, respectivamente.

Segundo Veeravel; Baskaran (1997), o tempo de manipulação é uma ótima referência sobre a efetividade e taxa de consumo de um predador, pois reflete o tempo para matar, consumir e digerir a presa. No presente estudo, foi observado que a taxa de ataque e o tempo de manipulação das joaninhas foram variáveis entre as diferentes presas, sendo notório que, as joaninhas que tiveram como presas o pulgão *B. brassicae* apresentaram menor tempo de manipulação e menor taxa de ataque, quando comparadas com o *A. craccivora* (Tabela 1). Provavelmente, estes resultados variados entre as presas podem ter tido influência da qualidade e tamanho da presa.

Os resultados foram semelhantes aos estudados por Bortoli et al. (2014), que avaliaram a resposta funcional de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera: Pseudococcidae) em diferentes substratos (abóbora, citros e batata). Estes autores verificaram que o tempo de manipulação da presa pode variar a depender do substrato em que a presa se estabelece.

A equação de disco de Holling ajustou-se bem aos dados para as diferentes fases da joaninha *E. connexa* sobre as diferentes densidades dos pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora* (Tabela 1). Quanto à proporção de presas consumidas foi observado um decréscimo tanto para larvas como para adultos de *E. connexa* para ambas as espécies de pulgões, ao mesmo tempo que, ocorreu um aumento no número de presas consumidas (Figuras 1 e 2). Pervez; Omkar (2005), estudando o comportamento de predação de três espécies de joaninhas *Cheilomenes sexmaculata* (Fabr.), *Propylea dissecta* (Mulsant) e *Coccinella transversalis* Autor (Fabr.) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre os pulgões *A. craccivora* e *Myzus persicae* Autor (Sulzer), observaram que todas as joaninhas apresentaram resposta funcional tipo II para ambas as presas. No entanto, o tempo de manipulação foi bastante variado entre as espécies predadoras. Quando comparados, os predadores utilizados no estudo de Pervez; Omkar (2005) apresentaram tempo de manipulação maiores que o encontrado neste estudo, sugerindo que, predadores podem possuir diferentes habilidades para responder ao aumento da densidade de presas (MILLS, 1982; OFUYA; AKINBOHUNGBE 1988; OMKAR; PERVEZ, 2004).

Em relação ao tempo de manipulação, Vieira; Bueno; Auad (1997) constataram que larvas de quarto ínstar apresentaram menor tempo de manipulação em diferentes

densidades de ninfas de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae), quando comparadas aos ínstaes inferiores desta espécie. Esta resposta do predador pode ser atribuída às oportunidades de encontro ao acaso, que são maiores no tempo e tamanho. Um aumento na disponibilidade de presas pode acarretar aumento no consumo, uma vez que as oportunidades de encontro da presa um número adicional de presas após saciado (GARCIA,1990).

A resposta funcional tipo II encontrada para larvas e adultos (Figuras 1 e 2) de *E. connexa* para ambas as espécies de pulgão, consiste na desaceleração do número de presas consumidas em função do aumento na sua disponibilidade, e corresponde ao tipo de resposta de predação mais comum entre os coccinelídeos (ATLIHAN; ÖZGÖKÇE, 2002; PERVEZ; OMKAR 2005; BRITTO et al., 2009; SALEH et al., 2010; ATLIHAN et al., 2010). Este dados do presente estudo são também coerentes com aqueles obtidos por Ofuya; Akingbohunge (1988), cujo predador *Cheilomenes luneta* (Fabr.), alimentando-se do pulgão *Aphis craccivora* (Koch), apresentou uma resposta funcional Tipo II. Bortoli et al. (2014), ainda avaliando o resposta funcional de larvas e adultos da joaninha *C. montrouzieri* sobre a cochonilha *P. citri*, obtiveram também resposta funcional tipo II para ambas as fases.

Sarmento et al. (2007), também estudando o comportamento predatório de adultos da joaninha *E. connexa* para diferentes densidades de *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) e *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae), observaram que este predador apresentou respostas predatórias diferentes para cada presa, exibindo resposta funcional tipo III para o *M. euphorbiae* e tipo II para *T. evansi*. Essa mudança de comportamento evidencia que esses coccinelídeos adotam estratégias diferentes de acordo com o tipo de presa disponível.

Estes resultados são relevantes, pois não se conhecia o potencial de consumo das espécies de pulgões pela joaninha *E. connexa*. Futuras pesquisas ainda precisam ser realizadas, principalmente aquelas voltadas ao desempenho, adaptação e papel desta joaninha em campo de feijoeiro, uma vez que, não se tem nenhum relato sobre a predação de *A. craccivora* por *E. connexa* na literatura. Da mesma forma, validar a predação de *B. brassicae* por esta joaninha em campo.

CONCLUSÃO

Larvas e adultos de *E. connexa* exibem resposta funcional tipo II, quando confinadas a diferentes densidades dos pulgões *B. brassicae* e *A. craccivora*.

REFERÊNCIAS

ABRAMS, P. A.; GINZBURG, L. R. The nature of predation: prey dependent, ratio dependent, or neither. **Trends in Ecology & Evolution**. v. 15, p. 337-34, 2000.

ALMEIDA-SARMENTO, R. et al. Functional Response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to diferente prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology**.v.50, p.121–126, 2007.

ATLIHAN, R.; KAYDAN, M,B.; YARMBATMAN, A.; OKUT, H. Functional response of the coccinellid predator *Adalia fasciatopunctata revelierei* to walnut aphid (*Callaphis juglandis*). **Phytoparasitica**. v.38, p.23–29, 2010.

ATLIHAN, R.; ÖZGÖKÇE, M. S. Development, fecundity and prey consumption of *Exochomus nigromaculatus* feeding on *Hyalopterus pruni*. **Phytoparasitica**. v.30, p.443–450, 2002.

BIDDINGER, D. J.; WEBER, D. C.; HULL, L. A. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. **Biological Control**, v. 51, p. 268–283, 2009.

BORTOLI, S. A. de, et al. Resposta funcional da joaninha *Cryptolaemus* predando cochonilha branca em diferentes temperaturas e substratos vegetais. **Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 63 – 71, 2014.

BRITTO, E.P.J. et al. Predation and reproductive output of the ladybird beetle *Stethorus tridens* preying on tomato red spider mite *Tetranychus evansi*. **Biological Control**. v.54, p.363–368, 2009.

DUARTE GÓMEZ, W.; ZENNER DE POLANÍA, I. Tabla de vida del cucarrón depredador *Eriopis connexa* (Germar). **Revista Actualidad & Divulgación Científica**. v.12, p.147–155, 2009.

FERNANDEZ-ARHEX, V.; CORLEY, J. C. The functional response of parasitoids and its implications for biological control. **Biocontrol Science and Technology**. v. 13, p. 403-413, 2003.

GARCIA, M.A. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres, p.289-311. In PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (eds.), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 359p. 1990.

- GÓMEZ, W.D.; POLANÍA, I. Z. Tabla de vida del cucarrón depredador *Eriopis connexa connexa* (Germar) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE). **U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica**.v.12, p.147-155, 2009.
- HAGEN, K. S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**. v. 7, p. 289-326, 1962.
- HASSEL, M. P.; LAWTON, J. H.; BEDDINGTON, J. R. Os componentes da predação artrópodes. **Journal of Animal Ecology**. v. 45, p. 135-164, 1976.
- HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Can. Entomol**, v. 91, p. 385-398, 1959.
- JERVIS M. A.; KIDD, N. A. Insect Natural Enemies: Practical Approaches to their Study and Evaluation. **Chapman & Hall**, 1996.
- JESCHKE, J. M.; KOPP, M.; TOLLRIAN, R. Predator functional responses: discriminating between handling and digesting prey. **Ecological Monographs**. v.72, p. 95-112, 2002.
- LEGRAND, A; BARBOSA, P. Pea aphid (Homoptera: Aphididae) fecundity, rate of increase, and within-plant distribution unaffected by plant morphology. **Environmental Entomology**, v.29, p.987-993, 2000.
- MESSINA, F. J.; SORENSON; SUZANN, M.. Effectiveness of lacewing larvae in reducing Russian wheat aphid populations on susceptible and resistant wheat. **Biological Control**. v.21, p.19-26, 2001.
- MICHAUD, J. P. Coccinellids in biological control. In: Hodek HF, Honěk A (eds) Ecology and behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae). **Wiley-Blackwell Publishing Ltd.**, UK, p 488–490, 2012.
- Mills, N. J. Satiation and the functional response: A test of a new model. **Ecological Entomology**. v.7, p. 305-315, 1982.
- MURDOCH, W. W.; OATEN, A. Predation and population stability. **Advances in Ecological Research**. v. 9, p. 1-131, 1975.
- OBRYCKI, J. J., et al. Aphidophagy by Coccinellidae: application of biological control in agroecosystems. **Biol Control**, v. 51, p. 244–254, 2009.
- OFUYA, T.I.; AKINGBOHUNGBE, A.E. Functional and numerical responses of *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). **Insect Science and its Application**. v.9, p.543-546. 1988.
- OLIVEIRA, E. E. et al. Aspectos biológicos do predador *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado com *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) e *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae). **Bioscience Journal**. v. 21, p. 33-39, 2004.

- OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F; MATOS, O.C.A. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 4, p. 529-533, 2004.
- OMKAR, PERVEZ A. Functional and numerical responses of *Propylea dissecta* (Mulsant) (Col., Coccinellidae). **Journal of Applied Entomology**. v.128, p.140–146, 2004.
- PERVEZ, A.; OMKAR. Functional responses of coccinellid predators: an illustration of logistic approach. *Journal of Insect Science*, 5.5. Available online: www.insectscience.org/5.5. 2005.
- SALEH, A. et al. Functional response of the predator *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on the aphid *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach) infesting chrysanthemum in the laboratory. **International Journal of Biological Sciences**.v.3, p.17–20, 2010.
- SARMENTO, R. A.et al. Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n.1, p. 12, 2007.
- SOLOMON, M. E. Population dynamics. **Londres: Edward Arnold, Study**, v. 18, 59 p. 1969
- VAN LENTEREN, J. C.; BAKKER, K. Functional responses in invertebrates. **Netherlands Journal of Zoology**. v. 26, p. 567–572, 1976.
- VANDENBERG, N. J.; Coccinellidae latreille 1807. In: R.H. ARNETT JUNIOR, M.C. THOMAS, P.E. SKELLEY; J.H. FRANK, eds. American beetles, polyphaga: scarabaeoidea through curculionoidea. **Boca Raton: CRC Press**, v. 2, p. 371-389, 2002.
- VEERAVEL, R.; BASKARAN, P. Functional and numerical responses of *Coccinella transversalis* and *Cheilomenes sexmaculata* Fabr. feeding on the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover. **Insect Science and Its Application**. v.17, p. 335-339, 1997.
- VENZON, M. et al. Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1086-1091, 2009.
- VENZON, M.; JANSSEN, A.; PALLINI, A.; SABELIS, M. W. Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. **Animal Behavior**. v. 60, p. 369-375, 2000.
- VEERAVEL, R.; BASKARAN, P. Searching behaviour of two coccinellid predators *Coccinella transversalis* Fab. and *Cheilomenes sexmaculatus* Fab. on eggplant infested with *Aphis gossypii* Glov. **Insect Science and its Application**. v.17, p.335-339, 1997.

WEBER, D. C.; LUNDGREN, J. G. Assessing the trophic ecology of the Coccinellidae: their roles as predators and as prey. **Biological Control**. v. 51, p. 199–214, 2009.

WIEDENMANN, R. N.; SMITH, J. W. Attributes of the natural enemies in ephemeral crop habitats. **Biological Control**. 10, p. 16-22, 1997.

Tabela 1 - Equação de disco de Holling e tipo de resposta funcional de larvas e adultos de *Eriopis connexa* predando os pulgões *Brevicoryne brassicae* e *Aphis craccivora*.

Tratamentos	Equação de consumidos	Holling/Proporção de	Coeficientes da regressão logística			RF ⁴
			I ¹ (P)	L ² (P)	Q ³ (P)	
<i>Brevicoryne brassicae</i>						
Larvas	$y = \frac{\exp(5,48 - 0,22x + 0,0035x^2)}{1 + \exp(5,48 - 0,22x + 0,0008x^2)}$		5,48 (<,0001)	0,22 (<,0001)	0,0035 (0,0070)	II
Adultos	$y = \frac{\exp(4,91 - 0,25x + 0,0051x^2)}{1 + \exp(4,91 - 0,25x + 0,0051x^2)}$		4,91 (<,0001)	0,254 (<,0001)	0,0051 (<,0001)	II
<i>Aphis craccivora</i>						
Larvas	$y = \frac{\exp(5,83 - 0,14x + 0,0008x^2)}{1 + \exp(5,83 - 0,14x + 0,0008x^2)}$		5,83 (<,0001)	0,14 (<,0001)	0,0008 (<,0001)	II
Adultos	$y = \frac{\exp(6,78 - 0,17x + 0,001x^2)}{1 + \exp(6,78 - 0,17x + 0,001x^2)}$		6,78 (<,0001)	0,17 (<,0001)	0,001 (<,0001)	II

¹ Intercepto

² Coeficiente linear

³ Coeficiente quadrático

⁴ Resposta funcional

Tabela 2 - Tempo de manipulação e taxa de ataque de larvas e adultos de *Eriopis connexa* alimentadas com os pulgões *Brevicoryne brassicae* e *Aphis craccivora*.

Tratamentos	Tempo de manipulação (T_h , h ⁻¹) (IC a 95%)	Taxa de ataque (a' , h ⁻¹) (IC 95%)
<i>B. brassicae</i>		
Larvas	0,03 (0,0305 – 0,035)	0,27 (0,11 – 0,42)
Adultos	0,03 (0,0293-0,0331)	0,15 (0,10 – 0,21)
<i>A. craccivora</i>		
Larvas	0,59 (0,529-0,653)	0,35 (0,1253 – 0,5917)
Adultos	0,70 (0,6529-0,7627)	0,95 (0,3370 – 1,2245)

Figura 1 - Resposta funcional de larvas de quarto instar (A) e adultos(B) de *Eriopsis connexa* em diferentes densidades do pulgão *Brevicoryne brassicae*

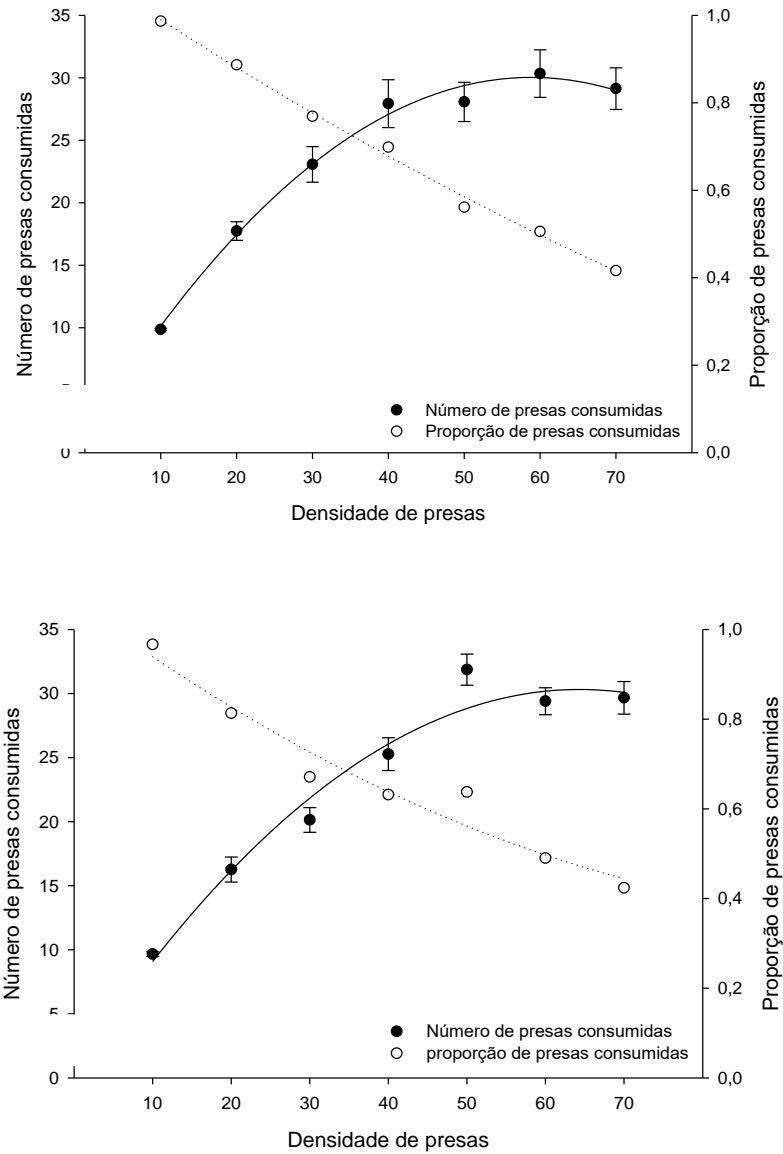
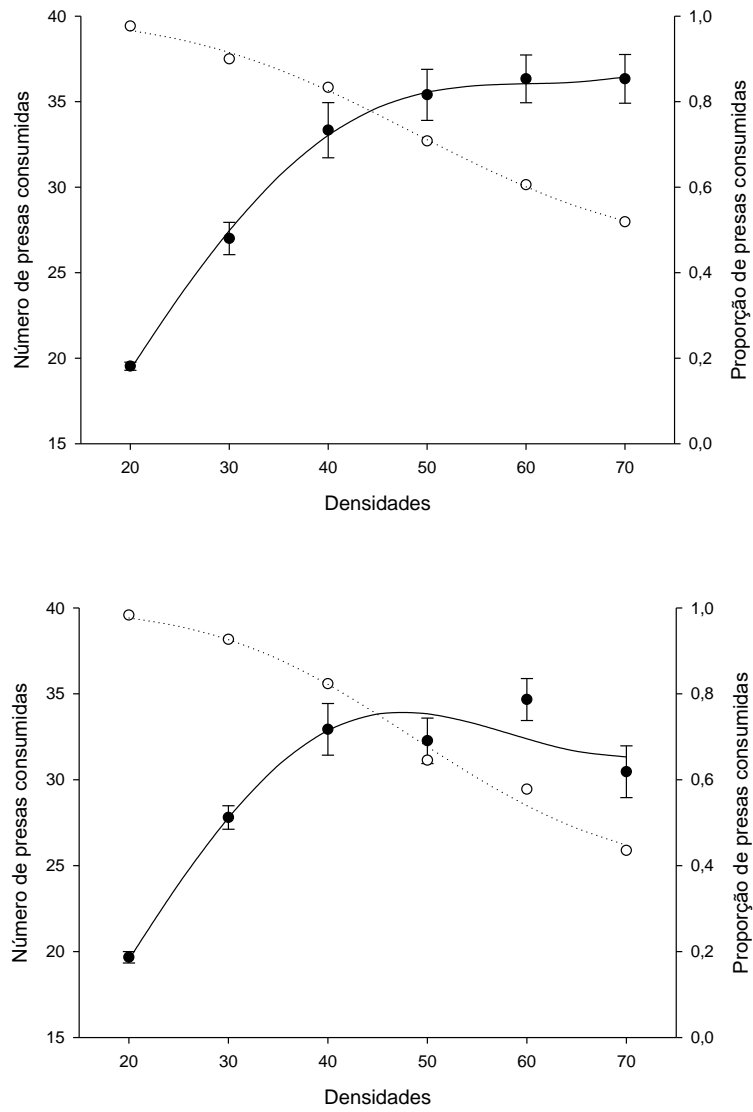


Figura 2 - Resposta funcional de larvas de quarto instar(A) e adultos (B)de *Eriopsis connexa* em diferentes densidades do pulgão *Aphis craccivora*



Resposta Olfativa da joaninha *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) para voláteis de machos e fêmeas.

RESUMO

A joaninha *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) faz parte de um grupo importante de predadores, sendo considerada um agente em potencial para controle de várias pragas em diversas culturas. Os insetos predadores são seres que utilizam os odores para desempenhar suas funções vitais. Essa comunicação pode ser efetuada entre organismos da mesma espécie (feromônios) ou entre espécies diferentes (aleloquímicos). Sendo assim, o objetivo do trabalho foi estudar a ecologia química da joaninha *E. connexa* visando o conhecimento da comunicação química intraespecífica de indivíduos. Inicialmente, foi realizado com os insetos um bioensaio para determinar a idade mais adequada para montagem dos bioensaios seguintes com o inseto. O estudo da ecologia química foi feito com a extração dos voláteis de *E. connexa*, realizada pelo sistema de aeração. Para aeração foram utilizados 80 insetos, de ambos os sexos. A atividade biológica dos extratos dos insetos (machos e fêmeas) foram comprovadas através de análise de bioensaios em olfatômetro de dupla escolha em Y, onde para cada experimento foram testados pelo menos 20 machos e 20 fêmeas, por amostra e cada indivíduo testado foi considerado como uma repetição. Quanto ao resultado comportamental, de *E. connexa* foram observados que a maior predominância de cópula ocorreu entre o quarto e quinto dias. Já os resultados para resposta olfativa, os insetos testados não se mostraram atraídos pelos extratos coletados.

Palavras-chave: Predador. Comunicação Química. Feromônio.

ABSTRACT

The ladybird *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellid, ae) is part of an important group of predators, being considered a potential agent for the control of several pests in diverse cultures. Predatory insects are beings that use odors to perform their vital functions. This communication can be done between organisms of the same species (pheromones) or between different species (allelochemicals). Thus, the objective of this work was to study the chemical ecology of the ladybug *E. connexa* aiming at the knowledge of intraspecific chemical communication of individuals. Initially, a bioassay was carried out to determine the most suitable age for assembling the following bioassays with the insect. The study of the chemical ecology was done with the extraction of the volatiles of *E. connexa*, made by the aeration system. For aeration, 80 insects were used, for both male and female insects. The biological activity of the extracts of the insects (male and female) was verified through bioassay analysis of double - choice olfactometer in Y, where for each experiment at least 20 males and 20 females were tested per sample and each individual tested was considered as A repetition. This same procedure will be performed for volatile plants infested with aphids. As for the behavioral results of *E. connexa*, it was observed that the greatest predominance of copulation occurred between the fourth and fifth day. As for the results for olfactory response, the insects tested were not attracted by extracts collected.

Key-words: Coccinellidae. Chemical Communication. Pheromone.

INTRODUÇÃO

A família Coccinellidae representa os insetos conhecidos popularmente como joaninhas, cuja grande maioria apresenta hábito predador. As joaninhas são amplamente empregadas no controle biológico de diversas pragas, principalmente de pulgões (HODEK; HONEK, 2009). Dentre tantas espécies, a *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) destaca-se, pois apresenta um alto potencial para redução de populações de insetos-praga (ALMEIDA-SARMENTO et al., 2007). Esta espécie pode ser encontrada em vários países da América do Sul (GYENGE et al., 1998) e várias culturas (RODRIGUES et al., 2013). No entanto, seu uso na agricultura depende do acúmulo de conhecimento sobre diversos aspectos, entre este sua ecologia química, visando ampliar sua utilização para atrair e manter adultos nas áreas alvo.

Os insetos predadores são capazes de detectar e processar substâncias químicas que transportam informações vitais para a sobrevivência e reprodução (VILELA; PALINI, 2002). Os semioquímicos são substâncias químicas utilizadas pelos insetos, configurando, de maneira geral, o meio de comunicação mais utilizado (ZARBIN et al. 2009). Esse termo, semioquímico, engloba os compostos químicos envolvidos nas interações intraespecífica (feromônios) e interespecíficas (aleloquímicos) dos insetos (LEAL, 2005).

Os feromônios estão entre as substâncias químicas fisiologicamente mais ativas conhecidas atualmente em insetos por provocarem respostas em concentrações extremamente baixas (VILELA; DELLA LUCIA, 2001). Entre os insetos, vários tipos de feromônios são reconhecidos com base nos comportamentos induzidos por esses. Os comportamentos mediados por feromônios incluem a atração do sexo oposto para acasalamento, chamados de feromônio sexual, feromônio de agregação, este tem a função de atrair indivíduos de ambos os sexos para um local específico para alimentação, sinais para a proteção contra predadores. Como exemplo temos o caso de algumas joaninhas que liberam feromônio de agregação para atrair indivíduos para hibernação durante o inverno (MAJERUS, 1994; BROWN et al. 2006), estes são um dos poucos trabalhos relacionados a comunicação intraespecíficas entre coccinelídeos.

A manipulação da abundância e distribuição de inimigos naturais por semioquímicos tem potencial para melhorar as estratégias do controle biológico. Entretanto, poucos são os estudos voltados para ecologia química de insetos predadores,

principalmente os coccinelídeos que são predadores vorazes, porém pouco estudados quanto ao seu comportamento mediante a emissão de feromônio ou aleloquímicos.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo investigar a existência e prevalência na comunicação química entre indivíduos de joaninha *E. connexa*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia: controle alternativo de pragas e no Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPQRN) da UFAL.

Criação dos Insetos.

As joaninhas *E. connexa* foram provenientes de insetos cedidos da criação mantida no Laboratório de Controle Biológico de Insetos da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE. Os insetos adultos e larvas foram criados conforme metodologia descrita em Rodrigues et al. (2013). Os insetos foram alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), sendo que na fase adulta também foi oferecida uma dieta à base de levedura de cerveja e mel (1:1).

Determinação da idade de resposta.

Adultos com um, dois, três, quatro e cinco dias de idade foram pareados em grupos de 12 machos e 12 fêmeas para determinar a idade de maior frequência de cópula. Os indivíduos foram agrupados em recipientes de 20x30x40cm de acrílico transparente. O procedimento foi realizado às 8h, após 12h de escotofase e anotado o tempo para início da cópula, duração de cada cópula e número de pares formados. A partir desses resultados foi determinada a idade de machos e fêmeas que foram empregadas nos estudos de aeração para a coleta de voláteis.

Coleta de voláteis de macho e fêmeas.

Os voláteis emitidos pelos adultos de *E. connexa* foram realizadas pelo sistema de aeração utilizando câmaras de vidro (40 cm comprimento x 4 cm diâmetro), com aberturas laterais para entrada e saída de ar. No interior de cada câmara foram mantidos 80 insetos com idade entre 5 a 10 dias. As aerações foram realizadas com machos e

fêmeas separadamente para a averiguação, totalizando 160 insetos. Uma corrente de ar umidificado e filtrado era passada pelas câmaras, carregando os voláteis liberados pelos insetos. Neste caso o fluxo de ar utilizado foi de 400mL/min para entrada e 200mL/min para saída. Estes compostos foram retidos por um adsorvente (0,06 g Porapak Q) localizado na extremidade de saída da câmara. O período de realização da aeração foi de 24h. Em seguida foi realizada a dessorção dos compostos liberados com hexano grau HPLC (bidestilado). Para a dessorção dos voláteis foram utilizado 1 mL de hexano. Após cada coleta de voláteis, machos e fêmeas foram trocados e uma nova coleta realizada, totalizando quatro coletas para cada sexo. Os extratos foram armazenados em freezer para análises e bioensaios.

Resposta comportamental.

A resposta comportamental de adultos de *E. connexa* para voláteis coletados foram verificadas usando o olfatômetro em Y, com dimensão de 15 cm em cada braço e 2,5 cm de diâmetro, operado com um fluxo de ar contínuo de 200 mL/min, previamente umidificado e filtrado com carvão ativado. As fontes de odor utilizadas foram um pedaço de papel de filtro (2 x 2 cm) impregnado com 10 µL do extrato ou hexano (controle), que foram colocados na base de cada braço do olfatômetro. A cada teste foram colocados nos braços dois quadrados de papel de filtro, em um braço continha 10µL dos extratos a serem testados e no outro braço, o papel de filtro embebido com hexano na mesma concentração. Um macho e/ou uma fêmea foi introduzido na base do tubo principal do olfatômetro e seu comportamento foi observado durante 10 min. A resposta era registrada quando o inseto caminhava contra o fluxo de ar até o final do braço escolhido que contenha a fonte de odor (extrato de machos, fêmeas ou controle). E como não resposta, quando a joaninha não caminhar contra o fluxo de ar e/ou não tocar nenhuma das fontes de odor. Após realizada a observação de 10 insetos, o olfatômetro era limpo com álcool e um fluxo de ar limpo era passado por 5 min, invertendo a posição dos braços do olfatômetro.

Os bioensaios com extratos de machos e fêmeas foram desenvolvidos em quatro experimentos: (i) resposta de machos para extrato de machos versus controle; (ii) resposta de fêmeas para extrato de machos versus controle; (iii) resposta de machos para extrato de fêmeas versus controle; e (iv) resposta de fêmeas para extrato de fêmeas versus controle. Os experimentos foram realizados durante a fotofase (entre 8:00 e 17:00 horas). Para cada experimento foram testados 20 machos e 20 fêmeas e cada indivíduo testado foi considerado como uma repetição. Cada inseto foi testado apenas uma vez. Os dados

da resposta de machos e fêmeas para os diferentes tratamentos em olfatômetro foram analisados utilizando-se o teste Qui-quadrado através do Software Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação da idade de resposta.

Dentre os casais de *E. connexa* nas diferentes idades foi verificado que houve início das atividades de cópula a partir do terceiro dia, com predominância no quarto e quinto dias. Quanto a atividade sexual não foi observada diferença durante a fotofase, pois ocorreram cópulas entres os casais durante todo o dia de observação. Além disso foi notado que a maioria dos casais copulam várias vezes durante o dia (Tabela 1).

Tabela 1 - Frequência de cópula observada em *Eriopis connexa* de diferentes idades (n = 15 casais).

Idade (Dias)	Frequência de cópula
1	0,00
2	0,08
3	0,75
4	0,92
5	1,00

Joaninhas são predadores importantes, e podem ser exploradas eficazmente como agentes de controle biológico pelo uso de semioquímicos, produtos estes que podem influenciar no comportamento destes organismos (PICKETT, et al. 1992, PICKETT; WADHAMS; WOODCOCK, 1994). Muitas espécies de insetos dependem de feromônios sexuais para se comunicarem e acasalarem (WITZGALL; KIRSCH; CORK, 2010), por outro lado, a maioria dos estudos sobre a ecologia química dos coccinelídeos têm se concentrado na química associada à sua coloração aposemática (DALOZE; BRACKMAN; PASTEELS, 1995; KING; MEINWALD, 1996). Estudos sobre comportamento reprodutivo de insetos são de extrema relevância para auxílio às

interpretações biológicas e evolutivas das espécies envolvidas. No entanto, os estudos voltados ao comportamento sexual de coccinélídeos ainda são pouco abordados.

As joaninhas do presente estudo apresentaram comportamento de cópula mais frequente durante o quarto e quinto dia de idade durante 12 horas de fotofase (Tabela 1). Uma hipótese que deve ser considerada neste caso, é que os adultos de *E. connexa* necessitam de um período de maturação sexual para acasalarem e reproduzirem descendentes, possivelmente, isto justifique o resultado do estudo. Segundo Santos (2016), machos de *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae) precisam de, em média quatro dias para atingir sua maturidade sexual, já que 70% dos machos avaliados desde a sua emergência só acasalaram após este período, mesmo sendo-lhes ofertada uma fêmea com mais de dez dias de idade. Por sua vez, 90% das fêmeas com <24 horas de emergidas, quando ofertadas a machos com mais de dez dias de idade copularam a partir do primeiro dia de emergência.

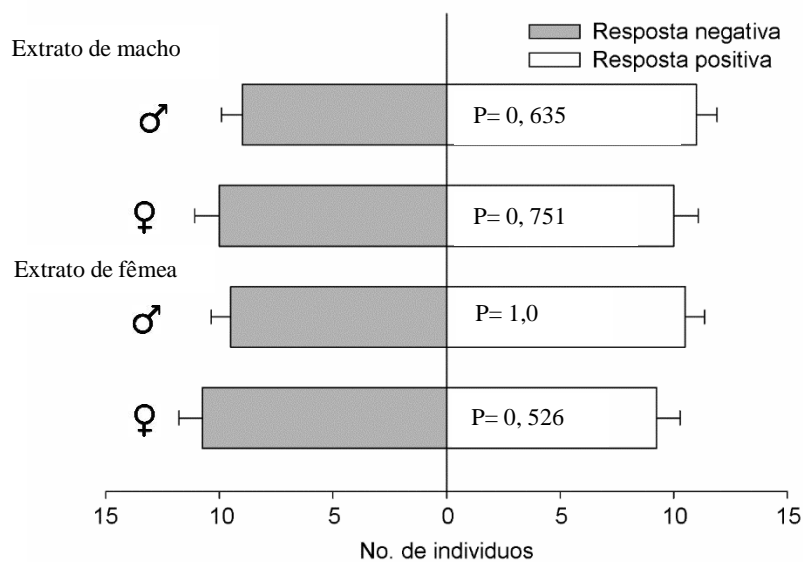
Provavelmente, o número reduzido de cópulas das joaninhas antes do terceiro, quarto e quinto dia de idade pode ser atribuído a possível condição de imaturidade das gônadas, o que foi observado em outras espécies de joaninhas, como *Coccinella septempunctata*, *Propylea dissecta* e *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant e está última levando cerca de 15 dias para alcançar a maturidade sexual (OMKAR; SRIVASTAVA, 2002, OMKAR; PERVEZ, 2005). Uma outra hipótese que pode ser levantada sobre o aumento no número de cópula, é a ocorrência da liberação de feromônios e ou do estímulo resultante por fêmeas mais velhas. Um padrão semelhante na incidência de acasalamento foi observado em, *A. bipunctata* (HEMPTINNE et al. 2001), e *Cheilomenes sexmaculata* Fab. (BIND, 2007).

Resposta comportamental.

No bioensaio em que foi avaliada a atividade biológica dos extratos coletados de machos e fêmeas de *E. connexa* em olfatometro, não foi verificada diferença entre os extratos testados e o tratamento controle (hexano) (Figura 1). A atividade de cópula foi realizada apenas no período de fotofase, devido a evidências que comprovam que a maior atividade sexual de coccinélídeos ocorre no período diurno, no qual, pode ser justificado pelas condições favoráveis dos fatores abióticos, como temperatura e fotoperíodo (BERKVENS et al. 2008, SANTOS, 2016).

Diferente dos resultados esperados, joaninhas *E. connexa* não apresentaram atração para os extratos de machos e fêmeas em olfatométrie, quando avaliados entre o mesmo sexo e sexo oposto (Figura 1). No entanto, Oliveira (2014), estudando a ecologia química das joaninhas *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) e *Chilocorus nigrata* (Fabricius), observou atratividade de extratos de machos e de fêmeas para machos da espécie *Z. bimaculosus*, enquanto que as fêmeas foram atraídas apenas pelos extratos de fêmeas. Para a espécie *C. nigrata* foi observada a atração de machos e fêmeas pelos extratos de machos. Nos resultados obtidos por este autor, é evidenciada a comunicação química tanto *Z. bimaculosus* como para *C. nigrata*, supondo a presença de um possível feromônio de agregação para ambas as espécies.

Figura 1 - Resposta olfativa em olfatômetros em Y, utilizando extratos de macho e fêmea de *Eriopis connexa* vs. Controle (Hexano), testados para machos e fêmeas desta espécie.



Santos (2016), também estudando o envolvimento dos semioquímicos sobre o comportamento da joaninha *T. notata*, evidenciou através de aerações de machos e fêmeas a presença de 22 compostos, inclusive uma série de ácidos carboxílicos, como ácido octanóico, decanóico e dodecanóico, este último em maior quantidade nas aerações das fêmeas; apresentando ainda um pico específico do macho, um composto nitrogenado. Nos rastros das joaninhas também foram encontrados 11 compostos, como pentacosano, heptacosano e nonacosano, todos com cadeia linear e com 25 carbonos ou mais. Os resultados dos estudos

comportamentais sugerem que tanto os compostos da aeração como dos rastros podem exercer algum tipo de irritabilidade nos insetos, servindo como marcação do substrato para redução da competição entre adultos.

Uma possível hipótese da não atratividade dos extratos coletados no presente estudo, pode estar relacionada ao número de insetos utilizados na aeração, talvez o número de insetos não seja suficiente para causar algum efeito no comportamento do predador *E. connexa*. Os estudos com feromônios sexuais ou outros semioquímicos de coccinelídeos, ainda são limitados (SLOGGETT et al. 2011, PETTERSSON, 2012), muitas vezes por problemas de obtenção das substâncias, a qual pode se dar pela necessidade de um grande número de insetos para coleta; ou ainda por questões comportamentais destes, que podem liberar a substância apenas quando submetidos a condições específicas, como em aglomeração de indivíduos.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostra que a joaninhas *E. connexa* não apresenta resposta olfativa para voláteis extraídos de machos e fêmeas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA-SARMENTO, R.; PALLINI, A.; VENZON, M.; DE SOUZA, OFF.; MOLINA-RUGAMA, A.J. & DE OLIVEIRA, C.L. Functional Response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to diferente prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.50, p.121–126, 2007.

ARIMURA, G.; OZAWA, R.; SHIMODA, T.; NISHIOKA, T.; BOLAND, W.; TAKABAYASHI, J. Herbivory-induced volatiles elicit defence genes in lima bean leaves. **Nature**, v.406, p.512-515, 2000.

BERKVEN, N.; J. BONTE, D.; BERKVEN, L.; TIRRY, P.; DE CLERQ. 2008. Influence of diet and photoperiod on development and reproduction of European populations of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), p. 211-221. In H.E. Roy, E. Wajnberg (eds.), From Biological control to invasion: the ladybird *Harmonia axyridis* as a model species. 1. ed. Springer, 579p

- BIND, R.B. Reproductive behaviour of a generalist aphidophagous ladybird beetle *Cheilomenes sexmaculata* (Coleoptera: Coccinellidae). **International Journal of Tropical Insect Science Impact & Description**. v.27, p.78-84, 2007.
- BROWN, A.E.; RIDDICK, E.W.; ALDRICH, J.R.; HOLMES, W.E. Identification of (-) - beta-caryophyllene as a gender-specific terpene produced by the multicolored Asian lady beetle. **Journal of Chemical Ecology**. v.32, p.2489– 2499, 2006.
- DALOZE, D.; BRACKMAN, J. C.; PASTEELS, J. M. Ladybird defence alkaloids: structural, chemotaxonomic and biosynthetic aspects (Col.: Coccinellidae). **Chemoecology**. n.5, v.6, p.173–183, 1995.
- GYENGE, J.E; EDELSTEIN, J.D.; SALTO, C.E. Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.27, p.345-356, 1998.
- HEMPTINNE, J.L.; DIXON, A.F.G.; ADAM, B. Do males and females of the two-spot ladybird beetle, *Adalia bipunctata* (L.) differ in when they mature sexually? **Journal of Insect Behavior**. v.14, p. 411-419, 2001.
- HODEK, I.; HONEK, A. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. **Biological Control**, v.51, p.232–243, 2009.
- KING, G. K.; MEINWALD, J. Review of the defensive chemistry of Coccinellids. **Chemical Reviews**. v.96, p. 1105–1122, 1996.
- LEAL, W.S. 2005. Pheromone Reception. In: Schulz, S. (Ed.). The chemistry of pheromones and other semiochemicals II: topics in current chemistry. Berlin: Springer. 1: 1 - 36.
- MAJERUS, M.E.N. Ladybirds. Harper Collins, London, p. 3671994.
- OMKAR; PERVEZ, A. Mating behaviour of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Mulsant). **Insect Science**. v.12, p. 37-44, 2005.
- OMKAR; SRIVASTAVA, S. Reproductive behaviour of an aphidophagous ladybeetle, *Coccinella septempunctata* Linnaeus. **European Journal of Entomology**.v.99, p.465-470, 2002.
- PETTERSSON, J. (2012). Coccinellids and semiochemicals, p. 444-464. In I. Hodek, H. F. van Emden, A. Honek (eds.), Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae). United Kingdom, Wiley-Blackwell, 4675p.

PICKETT J. A.; WADHAMS L. J.; WOODCOCK C. M. (1994) Attempts to control aphid pests by integrated use of semiochemicals. In: Proceedings of the British Crop Protection Conference – Pests and Diseases, pp. 1239–1240, BCPC Press, Lavenham.

PICKETT, J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M.; HARDIE, J. The chemical ecology of aphids. **Annual Review of Entomology**. v.37, p. 67–90, 1992.

RODRIGUES, A.R.S. et al. Response of different populations of seven lady beetle species to lambda-cyhalothrin with record of resistance. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v.96, p.53–60, 2013.

SANTOS, E.A. dos. Comportamento sexual e semioquímicos de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). 2016. 94f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2016.

SLOGGETT, J.J.; A. MAGRO, F.J.; VERHEGGEN, J.L.; HEMPTINNE, W.D.; HUTCHISON; RIDDICK, W.E. The chemical ecology of *Harmonia axyridis*. **Biological Control**. v.56, p. 643-661, 2011.

VILELA, E.E & PANNILI, A. Uso dos semioquímicos no controle biológico, p. 529-538 In: Parra, J.R.P., P.S. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (Eds.). Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 635p, 2002.

VILELA, E.F.; DELLA LUCIA, T.M.C. (ed). Introdução ao estudo de semiquímicos. In: Feromônio de insetos: Biologia, química e aplicação. Holos, 9-12, 2001.

WITZGALL, P.; KIRSCH, P.; CORK, A. Sex pheromones and their impact on pest management. **Journal of Chemical Ecology**. v.36, p.80–100. 2, 2010.

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, p.722-731, 2009.