



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

ASPECTOS BIOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E SELETIVIDADE
À *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) EM *Bemisia tabaci*
BIÓTIPO B (Hemiptera: Aleyrodidae) NO ALGODOEIRO

ROBÉRIO DE OLIVEIRA

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



ASPECTOS BIOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E SELETIVIDADE
À Encarsia hispida (Hymenoptera: Aphelinidae) EM Bemisia tabaci
BIÓTIPO B (Hemiptera: Aleyrodidae) NO ALGODOEIRO

ROBÉRIO DE OLIVEIRA

Sob a Orientação do Professor
Jacinto de Luna Batista

Tese submetida como requisito para
obtenção do grau de **Doutor em**
Agronomia, no Programa de Pós-
Graduação em Agronomia.

Areia, PB
Fevereiro de 2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

O48a Oliveira, Robério de.

Aspectos biológicos, comportamentais e seletividade à *Encarsia hispida*
(Hymenoptera: Aphelinidae) em *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) no
algodoeiro / Robério de Oliveira. - Areia: UFPB/CCA, 2016.

47 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Jacinto de Luna Batista.

1. Controle biológico 2. Parasitos de plantas 3. Insetos predadores 4. Algodão I.
Batista, Jacinto Luna II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 632.937(043.2)

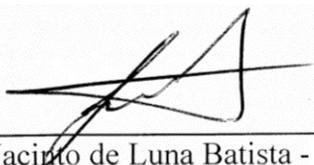
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CERTIFICAÇÃO DE APROVAÇÃO

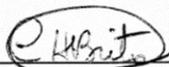
TÍTULO: ASPECTOS BIOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E SELETIVIDADE À *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) EM *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B (Hemiptera: Aleyrodidae) NO ALGODOEIRO

AUTOR: ROBÉRIO DE OLIVEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em Agronomia (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



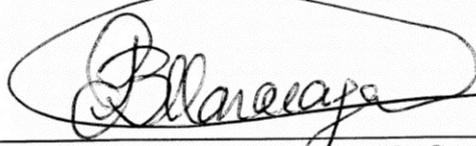
Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista - DFCA/CCA/UFPB
(Orientador)



Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito - DCB/CCA/UFPB



Prof. Dr. Leonardo Dantas da Silva - DAP/CCHSA/UFPB



Prof. Dr. Patrício Borges Maracá - UACA/CCTA/UFCG



Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Jacinto de Luna Batista
Orientador

Data da realização: 29 de fevereiro de 2016.

“A arte de ser sábio é arte de saber o que ignorar.”

William James

Ao meu pai, João Serafim de Oliveira (*in memoriam*).

Ofereço

A minha mãe Maria das Graças Oliveira, às
minhas irmãs, e aos meus irmãos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Dr. Jacinto de Luna Batista pela orientação, ensinamentos acadêmicos, amizade e compreensão dedicados nestes anos de convivência.

Aos docentes da UFPB pelo convívio e ensinamentos para minha formação e crescimento profissional, além de todos os funcionários que fazem parte deste âmbito em que pude conviver.

Aos Drs. Carlos Henrique de Brito, Leonardo Dantas da Silva e Patrício Borges Maracajá, pela participação na banca e valiosas sugestões.

A todos os funcionários do CCA, por contribuir para o desenvolvimento desta Instituição de Ensino, em especial Delza da Costa Ribeiro pela amizade.

Ao técnico do Laboratório de Entomologia Severino João Numeriano, pela respeitosa convivência e carinho.

À Francisca Ribeiro de Sousa Santos secretária do lar da casa de Mestrado Masculino, pela convivência e amizade.

A Gemerson Machado Oliveira, Gilmar da Silva Nunes, Izabela Nunes Nascimento, Jhony Vendruscolo, Matheus de Andrade Borba e Mileny dos Santos Souza pela colaboração sem medir esforços na condução desta pesquisa, convivência e amizade.

Aos contemporâneos do Laboratório de Entomologia pela convivência, aprendizado compartilhado e amizade.

Aos contemporâneos da Residência de Pós-Graduação Masculino pelo convívio, conhecimentos compartilhados e amizade construída.

Aos pioneiros do curso de Bacharelado e Licenciatura de Ciências Biológicas do CCA-Campus II, pela amizade sólida.

A todos que estiveram comigo nessa grande jornada no CCA, contribuindo direta ou indiretamente para o meu crescimento pessoal e profissional.

BIOGRAFIA

Robério de Oliveira - nasceu em Montanhas – RN, no dia 19 de agosto de 1986, filho de João Serafim de Oliveira e Maria das Graças Oliveira. Em fevereiro de 2010 graduou-se em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba. Em março de 2010 ingressou no curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, obtendo em março de 2012 o título de Mestre. Em dezembro de 2012 ingressou no curso de Doutorado em Agronomia pelo Programa supracitado da Universidade Federal da Paraíba.

OLIVEIRA, R. **Aspectos biológicos, comportamentais e seletividade à *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) em *Bemisia tabaci* Biótipo B no algodoeiro.** Areia-Paraíba: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Fev. 2016, 47p. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Jacinto de Luna Batista.

Resumo Geral: O algodoeiro *Gossypium hirsutum* é uma cultura que desempenha um papel de destaque no âmbito econômico brasileiro. No entanto, a presença de pragas como a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura aumentam o custo de produção pelo aumento no número de aplicações de inseticidas. Com isso, uma forma para sua redução é adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP) que envolve um conjunto de táticas onde o controle biológico pode está incluído. Neste sentido, objetivou-se estudar os aspectos biológicos e seletividade de *Encarsia hispida* tendo como hospedeiro *B. tabaci* biótipo B em duas cultivares do algodoeiro. A realização da pesquisa ocorreu no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II Areia-PB. O estudo foi desenvolvido, abordando os aspectos acima explanados, sendo dividido em três artigos. **No artigo I** estudou-se o desenvolvimento biológico e parasitismo do parasitoide *E. hispida* em cultivares do algodoeiro. No primeiro experimento, constatou-se que houve apenas parasitoides fêmeas com longevidade, de 24,61 e 22,61 dias nas ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente, não diferindo estatisticamente. O período do ciclo biológico do parasitoide de ovo a adulto foi de 35,68 e 33,71 dias nas ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente, não diferindo entre si. Constataram-se índices de parasitismo de *E. hispida* de 34,33 e 29,63% nas ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente. **No artigo II** avaliou-se o comportamento de forrageamento e teste de voo do parasitoide *E. hispida* em condições de laboratório. No primeiro bioensaio utilizou-se parasitoide fêmea para registro das seguintes variáveis: atividade, velocidade e padrão de caminamento; enquanto no segundo foram utilizadas pupas do parasitoide próximo à emergência onde os adultos foram classificados conforme suas posições voadores, caminhadores e não voadores. A atividade, velocidade e padrão de caminamento do parasitoide quando avaliados não foram influenciados nas duas cultivares do algodoeiro. O parasitoide visitou os quadrantes das folhas em grande maioria apenas uma vez, totalizando 112,2 quadrantes na cultivar BRS Topázio. Os insetos classificados em voadores atingiram 79,17 e 77,85 em ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente. **No artigo III** verificou-se o efeito da toxicidade de produtos sintéticos a *E. hispida* onde foi aplicado delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial. Nos bioensaios foram utilizadas *E. hispida* nas fases de pupa e adulta, as quais foram submetidas à pulverização com os seguintes produtos químicos: tiametoxam, deltametrina, imidacloprido e piriproxifem, nas proporções de 1,0 g L⁻¹, 1,0 mL L⁻¹, 4,0 mL L⁻¹ e 2,5 mL L⁻¹, respectivamente, tendo água destilada como testemunha. Os inseticidas tiametoxam e imidacloprido são inócuos ao estágio de pupa, no entanto, os mesmos são nocivos à fase adulta de *E. hispida*. Os inseticidas deltametrina e piriproxifem são nocivos ao parasitoide *E. hispida*.

Palavras-chave: Biologia, parasitoide, toxicidade, controle biológico.

OLIVEIRA, R. **Biological aspects, behavioral and selectivity the for *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) having *Bemisia tabaci* B-biotype in cotton crop.** Areia-Paraíba: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Feb. 2016, 47p. Thesis (Thesis in Agronomy). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Advisor: Jacinto de Luna Batista.

General Abstract: The cotton *Gossypium hirsutum* is a crop that plays a role in the Brazilian economic scenario. However, the presence of insect-pests such as whitefly *Bemisia tabaci* B-biotype in the cotton crop increases the costs of production in due to uses of pesticides. So, one measure to reduce this use is the adoption of Integrated Pest Management (IPM) which involves a set of tactics where the biological control can be added. In this sense, we aimed to study the biological aspects and selectivity to *Encarsia hispida*, having as host *B. tabaci* B-biotype in two cotton cultivars. The search was realized in the Laboratory of Entomology of Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB. The study was developed addressing the aspects explained above, being divided in three articles. **In the article I** evaluated the biological development and parasitism of the parasitoid *E. hispida* in cotton cultivars. In the first experiment it was found that only female parasitoids with longevity of 24.61 and 22.61 days in ‘BRS H8 and ‘BRS Topázio’, respectively, not differing statistically with each other. The period of biological cycle of egg to adult of the parasitoid was, numerically, 35.68 and 33.71 days in ‘BRS H8 and ‘BRS Topázio’, respectively, not differing statistically. In the second experiment were found parasitism indexes of *E. hispida* around 34.33 and 29.63% in ‘BRS H8 and ‘BRS Topázio’, respectively. The parasitoid develops satisfactorily in the two cotton cultivars. **In the article II** were evaluated the foraging behavior and flight test of the parasitoid *E. hispida* in laboratory conditions. In the first bioassay females were used to register the following variables: activity, speed and walking pattern, while in the second were used pupae of parasitoid close to emergence, where adults were classified as its position: flying, walking and no-flying. The activity, speed and walking pattern of the parasitoid showed no influences by the cotton cultivars. The parasitoid visited the quadrants of the leaves in large majority only once, totaling 112.2 quadrants in the cultivar ‘BRS Topázio’. The insects classified as flying reached 79.17 and 77.85 in ‘BRS H8’ and ‘BRS Topázio’, respectively. **In the article III** we verified the toxicity effects of synthetic products to *E. hispida* where we applied a completely randomized design in factorial scheme. In the bioassays were used *E. hispida* in the pupal and adult stages, which were submitted to pulverization with the following chemical products: thiamethoxam, deltamethrin, imidacloprid e piriproxifen in the proportions 1.0 g L⁻¹, 1.0 mL L⁻¹, 4.0 mL L⁻¹ e 2.5 mL L⁻¹, respectively, being distilled water as treatment test. The insecticides thiametoxam and imidacloprid are harmless for pupal stage, however, the same are harmless to *E. hispida* adult stage. The insecticides delthametrin and piriproxifen are harmless to the parasitoid *E. hispida*.

Key words: Biology, parasitoid, toxicity, biological control.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I. DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO E PARASITISMO DE *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) EM *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B EM ALGODOEIRO

Tabela 1. Parâmetros biológicos de <i>Encarsia hispida</i> parasitando <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em duas cultivares do algodoeiro.....	14
---	----

ARTIGO II. FORRAGEAMENTO E TESTE DE VOO DE *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae)

Tabela 1. Tempo de caminhada, sem atividade e o número de voos de <i>Encarsia hispida</i> durante forrageamento em cultivares do algodoeiro.....	28
---	----

Tabela 2. Velocidade média e velocidade de caminhada de <i>Encarsia hispida</i> em cultivares do algodoeiro.....	29
---	----

Tabela 3. Frequência de cruzamentos sobre a mesma trilha de caminhada de <i>Encarsia hispida</i> e média de quadrantes visitados em toda a trilha, nas cultivares do algodoeiro.....	30
---	----

Tabela 4. Porcentagem da atividade de voo de <i>Encarsia hispida</i> em unidade-teste para curta distância nas cultivares do algodoeiro.....	31
---	----

ARTIGO III. SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae)

Tabela 1. Mortalidade (%) da fase de pupa de <i>Encarsia hispida</i> (média ¹ ± EP) após cinco dias da aplicação de inseticidas, tendo como hospedeiro <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, oriunda de duas cultivares do algodoeiro.....	42
---	----

Tabela 2. Mortalidade (%) da fase adulta de <i>Encarsia hispida</i> (média ¹ ± EP) após um dia da aplicação de inseticidas, tendo como hospedeiro <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, oriunda de duas cultivares do algodoeiro.....	44
--	----

LISTA DE FIGURA

ARTIGO I. DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO E PARASITISMO DE *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) EM *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B EM ALGODOEIRO

- Figura 1.** Parasitismo de *Encarsia hispida* quando as ninfas da mosca-branca foram provenientes das cultivares do algodoeiro..... 16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
ARTIGO I	7
DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO E PARASITISMO DE <i>Encarsia hispida</i> (Hymenoptera: Aphelinidae) EM <i>Bemisia tabaci</i> BIÓTIPO B EM ALGODOEIRO	7
Resumo.....	8
Abstract.....	8
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	10
<i>Criação de <u>B. tabaci</u> biótipo B</i>	10
<i>Criação de <u>E. hispida</u></i>	11
<i>Desenvolvimento biológico de <u>E. hispida</u> em algodoeiro</i>	11
<i>Parasitismo de <u>E. hispida</u> em algodoeiro</i>	12
<i>Análise estatística</i>	13
Resultados e Discussão.....	13
<i>Desenvolvimento biológico de <u>E. hispida</u> em algodoeiro</i>	13
<i>Parasitismo de <u>E. hispida</u> em algodoeiro</i>	15
Conclusão.....	16
Agradecimentos.....	17
Referências.....	17
ARTIGO II	21
FORRAGEAMENTO E TESTE DE VOO DO PARASITOIDE <i>Encarsia hispida</i> (Hymenoptera: Aphelinidae)	21
Resumo.....	22
Abstract.....	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	24
<i>Criação de <u>B. tabaci</u> biótipo B</i>	24
<i>Criação de <u>E. hispida</u></i>	25
<i>Comportamento de forrageamento de <u>E. hispida</u></i>	26
<i>Teste de voo de <u>E. hispida</u></i>	27
<i>Análise estatística</i>	27
Resultados e Discussão.....	28
<i>Comportamento de forrageamento de <u>E. hispida</u></i>	28
<i>Teste de voo de <u>E. hispida</u></i>	30
Conclusão.....	31
Agradecimentos.....	31
Referências.....	31

ARTIGO III.....	35
SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A <i>Encarsia hispida</i> (Hymenoptera: Aphelinidae).....	35
Resumo.....	36
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
<i>Criação de <u>B. tabaci</u> biótipo B.....</i>	<i>38</i>
<i>Criação de <u>E. hispida</u>.....</i>	<i>39</i>
<i>Taxa de mortalidade de pupas de <u>E. hispida</u>.....</i>	<i>39</i>
<i>Taxa de mortalidade de adultos de <u>E. hispida</u>.....</i>	<i>40</i>
<i>Análise estatística.....</i>	<i>40</i>
Resultados e Discussão.....	41
Conclusão.....	44
Agradecimentos.....	45
Referências.....	45

1 INTRODUÇÃO GERAL

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) é uma das plantas cultivadas de maior importância econômica mundial, sendo o seu cultivo crescente, com produção média de 35 milhões de toneladas por hectares a cada ano (ABRAPA, 2015). No Brasil, a cultura se destaca entre as mais relevantes para o agronegócio do país com cultivo realizado praticamente em todas as regiões brasileiras (OLIVEIRA et al., 2012). Na região Nordeste predominou durante a década de 90, onde despontou como atividade tradicional nas regiões semiáridas (BELTRÃO et al., 2011) e se destaca, principalmente, na região Centro-Oeste sob diferentes tipos de cultivo, clima, sistemas de produção e, principalmente, níveis tecnológicos, visando fornecer fibras para atender a demanda global da indústria têxtil (SILVA FILHO et al., 2008; CARVALHO et al., 2015).

A cultura apresenta como um dos maiores entraves no seu sistema de produção, o ataque de espécies de insetos-praga, o que exige dos agricultores a adoção de estratégias de controle para garantir produções economicamente viáveis (RIBEIRO et al., 2015). Dentre as pragas, destaca-se a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) que é a espécie de aleyrodidae mais causadora de danos a culturas de importância econômica, por pertencer a um complexo de biótipos e ter muitas plantas hospedeiras, assim como distribuição em diversas áreas agrícolas no mundo (PRABHAKER et al., 2005). Diante dos prejuízos ocasionados pelo ataque de *B. tabaci* no algodão, medidas de controle devem ser tomadas.

O controle químico tem sido a principal estratégia utilizada contra *B. tabaci*, praticamente o ano todo (RICHETTI et al., 2005; SILVA et al., 2009). Porém, o uso exclusivo de produtos sintéticos, principalmente a utilização de dosagens inadequadas e a aplicação errônea, pode favorecer a resistência dos insetos aos ingredientes ativos, o que pode levar a redução da população de organismos não-alvo e ao aumento da contaminação ambiental (KRANTHI et al., 2002; ALVES & SERIKAWA, 2006). Além do mais, algumas características biológicas e comportamentais do inseto favorecem o aparecimento de resistência aos diferentes grupos químicos dos inseticidas, estimulando a busca por novas estratégias de controle (AHMAD et al., 2002; BLEICHER et al., 2007; PEIXOTO et al., 2011). Entre essas estratégias que podem ser inseridas no manejo integrado de *B. tabaci* no algodoeiro estão o uso de cultivares resistentes (TORRES et al., 2007; ORIANI et al., 2011; VIEIRA et al., 2011), plantas transgênicas (RODRIGUES et al., 2010), tratamentos alternativos (PINHEIRO et al., 2009; MORAES et al., 2009) e o controle biológico com

predadores (AUAD et al., 2005) e parasitoides (ZANG & LIU, 2008; YANG & WAN, 2011).

Neste contexto, os parasitoides do gênero *Encarsia* da família Aphelinidae apresentam potencial como agentes de controle biológico de *B. tabaci* biótipo B (SIQUEIRA & FARIAS, 2003), dentre eles, quatro espécies de ocorrência registrada no Brasil, *Encarsia formosa* Gahan, *Encarsia luteola* Howard, *Encarsia pergandiella* Howard e *Encarsia hispida* De Santis (POLASZEK et al., 1992; OLIVEIRA et al., 2003). A utilização de parasitoides *E. formosa* é relatada na literatura como um dos métodos mais eficientes no controle de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood e *Bemisia* sp. em casas de vegetação no mundo (KHAN & WAN, 2015). Em Brasília, DF, foi verificado a presença do parasitoide *E. hispida* parasitando a espécie *B. tabaci* biótipo B e se registrou a regulação desta praga em plantas agrícolas, sendo uma delas o algodoeiro *G. hirsutum* (OLIVEIRA et al., 2003).

A planta hospedeira do inseto-praga influencia os aspectos biológicos do parasitoide. Takahashi et al. (2008) avaliaram a biologia de *E. formosa* sobre *B. tabaci* biótipo B em diferentes plantas-hospedeiras e verificaram que, quando as ninfas da mosca-branca se alimentavam com tomate, houve um desenvolvimento mais prolongado do parasitoide em relação aquelas alimentadas em couve. Informações nesse contexto são importantes para adoção de programas de controle biológico. A espécie *E. hispida* foi relatada por Lourenção et al. (2007), parasitando *Trialeurodes variabilis* Quaintance em mamoeiro no Brasil, e por Torres et al. (2014), que notificaram esta espécie como um dos principais parasitoides de *B. tabaci* biótipo B no campo. Diante do exposto, a pesquisa teve como objetivo avaliar as características biológicas e a seletividade de inseticidas a *E. hispida*, tendo como hospedeiro *B. tabaci* biótipo B criados em cultivares do algodoeiro.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, M.; ARIF, M. I.; AHMAD, Z.; DENHOLM, I. Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. **Pest Management Science**, London, v. 58, n. 2, p. 203-208, 2002.

ALVES, P. A.; SERIKAWA, R. H. Controle químico de pragas do algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 1197-1209, 2006.

ABRAPA. **O algodão no mundo**. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/estatisticas>>. Acesso em: 14 fev. 2015.

AUAD, A. M.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; TREVIZANI, R.; MAGALHÃES, C. M. F. R. Desenvolvimento das fases imaturas, aspectos reprodutivos e potencial de predação de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 327-334, 2005.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P.; SOUZA JÚNIOR, S. P.; BRITO, G. G.; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) In: BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. Brasília: Embrapa, 2011. p. 65-123.

BLEICHER, E.; GONÇALVES, M. E. C.; SILVA, L. D. Efeito de derivados de nim aplicados por pulverizações sobre a mosca-branca em meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 110-113, 2007.

CARVALHO, L. P.; SALGADO, C. C.; FARIAS, F. J. C.; CARNEIRO, V. Q. Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de algodão de fibra colorida quanto aos caracteres de fibra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 598-605, 2015.

KHAN, I. A.; WAN, F. H. Prey consumption of *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinidae) un-parasitized and parasitized *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae) biotype B prey by *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) predator. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, Khyber, v. 3, n. 4, p. 223-228, 2015.

KRANTHI, K. R.; JADHAV, D. R.; KRANTHI, S.; WANJARI, R. R.; ALI, S. S.; RUSSEL, D. A. Insecticide resistance in five major insect pests of cotton in India. **Crop Protection**, Guildford, v. 21, n. 6, p. 449-460, 2002.

LOURENÇÃO, A. L.; FANCELLI, M.; COSTA, V. A.; RIBEIRO, N. C. Parasitismo de *Trialeurodes variabilis* (Quaintaince) (Hemiptera: Aleyrodidae) por *Encarsia hispida* De Santis (Hymenoptera: Aphelinidae), em mamoeiro, no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 147-149, 2007.

MORAES, J. C.; FERREIRA, R. S.; COSTA, R. R. Indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn., 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1260-1264, 2009.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; FREIRE, A. G. Sensibilidade do algodoeiro ao cloreto de mepiquat em condições salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 484-492, 2012.

OLIVEIRA, M. R. V.; AMANCIO, E.; LAUMANN, R. A.; GOMES, L. O. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 151-154, 2003.

ORIANI, M. A. G.; VENDRAMIM, J. D.; VASCONCELOS, C. J. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 1, p. 37-41, 2011.

PEIXOTO, M. L.; MORAES, J. C.; SILVA, A. A.; ASSIS, F. A. Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 478-481, 2011.

PINHEIRO, P. V.; QUINTELA, E. D.; OLIVEIRA, J. P.; SERAPHIN, J. C. Toxicity of neem oil to *Bemisia tabaci* biotype B nymphs reared on dry bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 354-360, 2009.

POLASZEK, A.; EVANS, G. A.; BENNETT, F. D. *Encarsia* parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hymenoptera: Aphelinidae, Homoptera: Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 82, n. 3, p. 375-392, 1992.

PRABHAKER, N.; CASTLE, S.; HENNEBERRY, T. J.; TOSCANO, N. C. Assessment of cross-resistance potential to neonicotinoid insecticides in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 95, n. 6, p. 535-543, 2005.

RIBEIRO, E. B.; CASTELLANI, M. A.; SILVA, C. A. D.; MELO, T. L.; SILVA, G. S.; VALE, W. S.; SANTOS, A. S. Métodos de destruição de restos de cultura do algodoeiro e sobrevivência do bicudo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 11, p. 993-998, 2015.

RICHETTI, A.; STAUT, L. A.; GOMEZ, S. A. **Estimativa do custo de produção de soja, safra 2005/06, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. p. 13. (Comunicado Técnico, 108).

RODRIGUES, T. R.; FERNANDES, M. G.; SANTOS, H. R. Distribuição espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera, Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae) em algodoeiro Bt e não-Bt. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 136-143, 2010.

SILVA FILHO, J. L.; MORELLO, C. L.; FARIAS, F. J. C.; LAMAS, F. M.; PEDROSA, M. B.; RIBEIRO, J. L. Comparação de métodos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 349-355, 2008.

SILVA, L. D.; OMOTO, S.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. M. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009.

SIQUEIRA, K. M. M.; FARIAS, A. M. I. Resposta de fêmeas de *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) aos odores do hospedeiro e da planta-hospedeira em olfatômetro de quatro vias. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 447-450, 2003.

- TAKAHASHI, K. M.; BERTI FILHO, E.; LOURENÇÃO, A. L. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B-biotype and parasitism by *Encarsia formosa* (Gahan) on collard, soybean and tomato plants. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 639-642, 2008.
- TORRES, L. C.; LOURENÇÃO, A. L.; COSTA, V. A.; SOUZA, B.; COSTA, M. B.; TANQUE, R. L. Records of natural enemies of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, n. 2, p. 189-191, 2014.
- TORRES, L. C.; SOUZA, B.; AMARAL, B. B.; TANQUE, R. L. Biologia e não-preferência para oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivares de algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 445-453, 2007.
- VIEIRA, S. S.; BUENO, A. F.; BOFF, M. I. C.; BUENO, R. C. O. F.; HOFFMAN-CAMPO, C. B. Resistance of soybean genotypes to *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 117-122, 2011.
- YANG, N. W.; WAN, F. H. Host suitability of different instars of *Bemisia tabaci* biotype B for the parasitoid *Eretmocerus hayati*. **Biological Control**, Filadelfia, v. 59, n. 2, p. 313-317, 2011.
- ZANG, L. S.; LIU, T. X. Host feeding of three parasitoid species on *Bemisia tabaci* biotype B and implications for whitefly biological control. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Hoboken, v. 127, n. 1, p. 55-63, 2008.

ARTIGO I

DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO E PARASITISMO DE *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) EM *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B EM ALGODOEIRO

Desenvolvimento biológico e parasitismo de *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) em *Bemisia tabaci* biótipo B em algodoeiro

Biological development and parasitism of *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia tabaci* B-biotype in cotton crop

Resumo – A regulação de pragas através da tática do controle biológico é imprescindível para utilização do Manejo Integrado de Pragas no âmbito agrícola. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros biológicos e quantificar o índice de parasitismo de *Encarsia hispida* em ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de algodoeiro. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, em Areia, PB. Para o primeiro bioensaio, os tratamentos foram constituídos pelas cultivares de algodoeiro BRS H8 e BRS Topázio para avaliar o desenvolvimento biológico do parasitoide no hospedeiro *B. tabaci* biótipo B. No segundo bioensaio, foram utilizadas essas cultivares para verificar a incidência do agente biológico em casa de vegetação. No primeiro experimento, constatou-se que houve apenas parasitoides fêmeas com longevidade de 24,61 e 22,61 dias nas ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente, porém não diferiram estatisticamente entre si. O ciclo biológico do parasitoide (ovo a adulto) foi de 35,68 e 33,71 dias nas ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente, não diferindo entre si. No segundo bioensaio, constataram-se índices de parasitismo de *E. hispida* em torno de 34,33 e 29,63% nas ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente. O parasitoide *E. hispida* se desenvolve de forma adequada quando as ninfas do hospedeiro foram oriundas das duas cultivares do algodoeiro. O parasitoide *E. hispida* apresenta potencial de emprego em controle biológico da mosca-branca *B. tabaci* biótipo B.

Palavras-chave: Controle biológico, mosca-branca, parâmetros biológicos, parasitoide.

Abstract – The regulation of insect-pests from biological control tactics is fundamental to the use of Integrated Pest Management in the agriculture scenario. In this sense, the objective of the work was to evaluate the biological parameters and to quantify the parasitism indexes of *Encarsia hispida* on nymphs of *Bemisia tabaci* B-biotype in cotton cultivars. The search was developed in the Laboratory of Entomology of the Universidade Federal da Paraíba in Areia,

PB. For the first bioassay the treatments were constituted by the cotton cultivars BRS H8 and BRS Topázio to evaluate the biological development of the parasitoid in the host *B. tabaci* B-biotype. In the second bioassay were used the same cultivars to verify the incidence of the biological agent in greenhouse. In the first experiment we found occurrence of female parasitoids with longevity of 24.61 and 22.61 days in ‘BRS H8’ and ‘BRS Topázio’, respectively, however there were not statistical differences. The biological cycle of the parasitoid (egg to adult) was 35.68 and 33.71 days in ‘BRS H8’ and ‘BRS Topázio’, respectively, without statistical differences. In the second bioassay, were found parasitism indexes of *E. hispida* around 34.33 and 29.63% in the ‘BRS H8’ and ‘BRS Topázio’, respectively. The parasitoid *E. hispida* develops adequate when the host nymphs were from two cotton cultivars. The parasitoid presents potential to be inserted in the biological control of the whitefly *B. tabaci* B-biotype.

Key words: Biological control, biological parameters, parasitoid, whitefly.

Introdução

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) é expressivo no cenário brasileiro, sendo produzido nas cinco regiões do Brasil, distribuindo-se em mais da metade das unidades federativas do país (OLIVEIRA et al., 2012), tendo destaque os estados do Mato Grosso, Bahia e Goiás (IBGE, 2014). No entanto, a mosca-branca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B é uma praga de grande relevância, pois provoca perdas significativas na produção agrícola de várias culturas no mundo (BEGUM et al., 2011).

A mosca-branca debilita a planta hospedeira durante a alimentação e, libera substâncias açucaradas na superfície da folha e fruto (HOROWITZ et al., 2011) causando o surgimento da fumagina, o que interfere na fotossíntese (XU et al., 2013). Além disso, pode inocular vírus que causam doenças em várias culturas (NAVAS-CASTILLO et al., 2011). O controle de *B. tabaci* biótipo B é exclusivamente através do método químico, induzindo a seleção de populações resistentes desta praga (SHADMANY et al., 2013) e interferindo na sobrevivência dos agentes benéficos.

Dentre os contribuintes promissores na regulação de população das moscas-branca, tem-se a espécie *Encarsia hispida* De Santis (Hymenoptera: Aphelinidae) (HERNÁNDEZ-SUÁREZ et al., 2003; LOURENÇÃO et al., 2007; TORRES et al., 2014). Contudo, estudos

relacionados à influência da planta hospedeira da mosca-branca *B. tabaci* biótipo B nos aspectos biológicos de *E. hispida* são necessários. Takahashi et al. (2008) avaliaram a biologia de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) em *B. tabaci* biótipo B em diferentes plantas hospedeiras e verificaram que, quando as ninfas da mosca-branca se alimentavam em tomateiro proporcionaram um desenvolvimento mais prolongado ao parasitoide em relação aquelas alimentadas em couve. Informações nesse contexto são importantes conhecimentos prévios para adoção de programas de controle biológico.

A espécie *E. hispida* apresenta potencial de emprego em controle biológico de moscas-branca. Entretanto, na literatura não existem informações referentes a sua biologia quando desenvolvida em ninfas das moscas-branca oriundas de plantas agrícola e ornamental embora o registro do potencial deste parasitoide já tenha sido relatado ao controlar diferentes espécies de moscas-branca em campo e casa de vegetação. O objetivo do presente estudo foi avaliar os parâmetros biológicos e quantificar o índice de parasitismo de *E. hispida* em ninfas de *B. tabaci* biótipo B no algodoeiro.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba (LEN/UFPB), Campus de Areia - Paraíba. As cultivares BRS H8 (branco) e BRS Topázio (marrom) de algodão empregadas neste estudo foram provenientes da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (EMBRAPA/CNPA). A mosca-branca *B. tabaci* biótipo B e o parasitoide *E. hispida* foram obtidos em plantas de couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) no Campus II da UFPB.

Criação de B. tabaci biótipo B

A criação de *B. tabaci* biótipo B foi baseada adaptando-se a metodologia proposta por Generoso e Fernandes (2006) em casa de vegetação sobre plantas de bico-de-papagaio *Euphorbia pulcherrima* Willd utilizando-se vasos com capacidade para 10 litros tendo como substrato uma mistura de terra vegetal, esterco e areia (na proporção 1:2:1, respectivamente). As plantas hospedeiras foram obtidas por propagação vegetativa e após três meses do surgimento das brotações foram infestadas com a mosca-branca. As plantas foram envolvidas

com gaiolas de formato circular confeccionadas em estrutura metálica de arame galvanizado telado com tecido do tipo 'voil' antiafídeo (50 x 26 cm). Quanto à suspensão das gaiolas foi montada uma estrutura de madeira e arame galvanizado nas laterais da bancada, permitindo assim a regulação da altura da gaiola conforme o desenvolvimento da planta.

Após aproximadamente 15 dias era constatada grande quantidade de ninfas da mosca-branca de 3º e 4º instares. As condições ambientais foram para temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. No entanto, a manutenção da população da mosca-branca se dava através de plantas livres de bico-de-papagaio.

Criação de E. hispida

A criação de *E. hispida* foi baseada adaptando-se a metodologia proposta por Generoso e Fernandes (2006). A obtenção dos parasitoides fêmeas ocorreram em plantas de couve-manteiga utilizando-se cápsulas de gelatina 00 (MEDEIROS, 2009) e liberados junto às plantas bico-de-papagaio a serem colonizadas contendo ninfas da mosca-branca em seu 3º e 4º instares no ambiente supracitado. Após a liberação do parasitoide, esperaram-se que as larvas de 3º ínstar desse agente biológico excretassem o mecônio para início do processo de escurecimento à fase de pupa e, após o processo, as pupas foram transferidas juntamente com a folha para o laboratório. Em seguida, as pupas foram removidas com auxílio de alfinete entomológico e colocada em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) e revestida com filme plástico até a emergência.

Depois da emergência, os insetos adultos foram capturados em cápsulas de gelatina 00 e acomodados em tubos de ensaios (2,5 x 8,5 cm) contendo uma solução de mel (20%), distribuída nas paredes dos recipientes para alimentar o parasitoide. O alimento era fornecido a cada três dias e a troca dos recipientes a cada 15 dias. Os recipientes eram vedados com filme plástico.

Desenvolvimento biológico de E. hispida em algodoeiro

O bioensaio foi baseado adaptando-se a metodologia proposta por Antony et al. (2003). Foram utilizadas plantas do algodoeiro das cultivares, BRS H8 e BRS Topázio, com idade a partir de 30 dias do plantio em sacos plásticos com 1 Kg do substrato supracitado. As plantas foram colocadas no laboratório com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm$

10% e fotofase de 14 horas. Estas plantas foram infestados com 20 casais das moscas-branca para oviposição sendo usada gaiola (18 x 13 cm) de tecido do tipo 'voil' que envolvia as folhas das duas cultivares durante 24 horas. Após a infestação, esperou-se que as ninfas da mosca-branca atingissem o 3º ínstar, selecionando-se quatro ninfas em cada folha para infestação do parasitoide.

Para oviposição do parasitoide foi utilizado indivíduo com até 24 horas de idade alimentado com mel, este foi coletado e liberado com auxílio de cápsulas de gelatina 00 nas gaiolas cliques (2,0 cm) tendo contato com os hospedeiros por 24 horas. Após a oviposição registraram-se diariamente as ninfas parasitadas usando um microscópio estereoscópico através da cutícula da ninfa da mosca-branca. Estas ao atingirem a fase de pupa foram removidas com auxílio de alfinete entomológico e colocadas em recipientes (9,0 x 1,5 cm) aguardando emergência do parasitoide. Após emergência estes foram capturados e transferidos para tubos de ensaio (8,5 x 1,5 cm) contendo alimentação.

Os parâmetros biológicos avaliados foram os períodos de desenvolvimento correspondentes da oviposição a larva, período de pupa, período pré-imago, longevidade de fêmea, oviposição a adulto e a razão sexual.

Parasitismo de E. hispida em algodoeiro

Para o registro da incidência do parasitoide em ninfas de *B. tabaci* biótipo B nas cultivares do algodoeiro BRS H8 e BRS Topázio, em casa de vegetação, foi adaptado a metodologia proposta por Simmons e Abb-Rabou (2005). Coletaram-se três folhas de cada cultivar por vaso de forma aleatória onde cada recipiente continha três plantas, totalizando em 30 folhas. As plantas do algodoeiro tinham idade a partir de 60 dias em ambiente com temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. As folhas eram levadas para o LEN/CCA para serem analisadas em microscópio estereoscópico.

A observação do parasitismo em ninfas pelo parasitoide foi registrado devido às suas perfurações com o seu ovipositor sobre tegumento do hospedeiro e a visualização do desenvolvimento larval desse parasitoide no interior da mosca-branca.

Análise estatística

Os experimentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para o experimento I, desenvolvimento biológico, a repetição consistiu em quatro ninfas de 3º ínstar da mosca-branca tendo 20 repetições por cultivar. No experimento II, parasitismo, foi calculado usando os dados analisados pela equação de Simmons e Abb-Rabou (2005):

$$P = \frac{NPP + NP + NA}{NN2 + NN3 + NN4 + NPP + NP + NA} \times 100$$

NPP = nº de pré-pupas do parasitoide

NP = nº pupas do parasitoide

NA = nº de adultos do parasitoide

NN2 = nº de ninfas de 2º ínstar da mosca-branca

NN3 = nº de ninfas de 3º ínstar da mosca-branca

NN4 = nº de ninfas de 4º ínstar da mosca-branca

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste F a 5 % de probabilidade. Os dados foram analisados pelo programa Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Resultados e Discussão

Desenvolvimento biológico de E. hispida em algodoeiro

Os parâmetros biológicos de *E. hispida* avaliados não foram influenciados quando as ninfas de *B. tabaci* biótipo B foram desenvolvidas nas cultivares BRS H8 e BRS Topázio do algodoeiro. Para o período de ovo a larva, a duração de pupa, o período pré-imago, o período de ovo a adulto e a longevidade não se verificaram diferenças significativas entre si. Com relação a variável razão sexual foi registrado apenas indivíduo fêmea de *E. hispida* quando as ninfas hospedeiras foram provenientes do algodoeiro independentemente da cultivar (Tabela 1).

Verificou-se que o parasitoide rompia o tegumento do hospedeiro usando o ovipositor para se alimentar da hemolinfa. A ação de parasitoides em sugar a hemolinfa do hospedeiro possibilita que adquiram nutrientes, no entanto, este processo destrói a oportunidade de oviposição do parasitoide para o desenvolvimento de sua prole (SHAH et al., 2015).

Tabela 1. Parâmetros biológicos de *Encarsia hispida* parasitando *Bemisia tabaci* biótipo B em duas cultivares de algodoeiro.

Cultivares	Ovo a larva (dias)	Pupa (dias)	Pré-imago (dias)	Ovo a adulto (dias)	Longevidade de ♀ (dias)	Razão sexual
BRS H8	6,01±0,09a	5,06±0,08a	11,07±0,13a	35,68 ±1,67a	24,61±1,67a	1,0
BRS Topázio	6,05±0,12a	5,05±0,09a	11,10±0,17a	33,71 ±1,16a	22,61±1,17a	1,0
CV (%)	7,79	7,56	6,13	18,63	27,37	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste F (P=0,05). Dados não transformados ± erro padrão da média. **Fonte:** Elaboração do autor.

A larva de 3º ínstar do parasitoide ao excretar o mecônio começa o processo de escurecimento da sua cutícula, em questão de dias, que ao completar inicia a fase de pupa. Após a sua formação, apresenta pequenos movimentos no interior do seu hospedeiro em questão de horas, diminuindo quando está próximo à emergência dos adultos. Antes da emergência, é observado que o indivíduo muda a posição do seu corpo para que realize a abertura no casulo tanto da sua pupa quanto da exúvia do seu hospedeiro. De acordo com os pesquisadores Antony et al. (2004), os insetos adultos desse gênero realizam uma abertura para que ocorra a sua emergência na cutícula do hospedeiro.

Os valores correspondentes aos períodos de ovo a larva e pré-imago do presente estudo diferenciaram dos encontrados por Azimi et al. (2014), em *Encarsia formosa*, e por Pessoa et al. (2016) em *Encarsia desantisi* (Hymenoptera: Aphelinidae) no algodoeiro não BT. Assim pesquisadores têm demonstrado que espécies do gênero *Encarsia* podem ter redução ou prolongamento do seu ciclo de vida devido à planta hospedeira, onde o aleirodídeo tenha se desenvolvido.

Os resultados para o período de ovo a adulto de *E. hispida* indicam que ninfas hospedeiras de *B. tabaci* biótipo B desenvolvidas nas duas cultivares do algodoeiro possibilitam o adequado desenvolvimento biológico do parasitoide, que segundo Talaei (2009) a planta hospedeira é um fator importante para a adequação de hospedeiros a parasitoide.

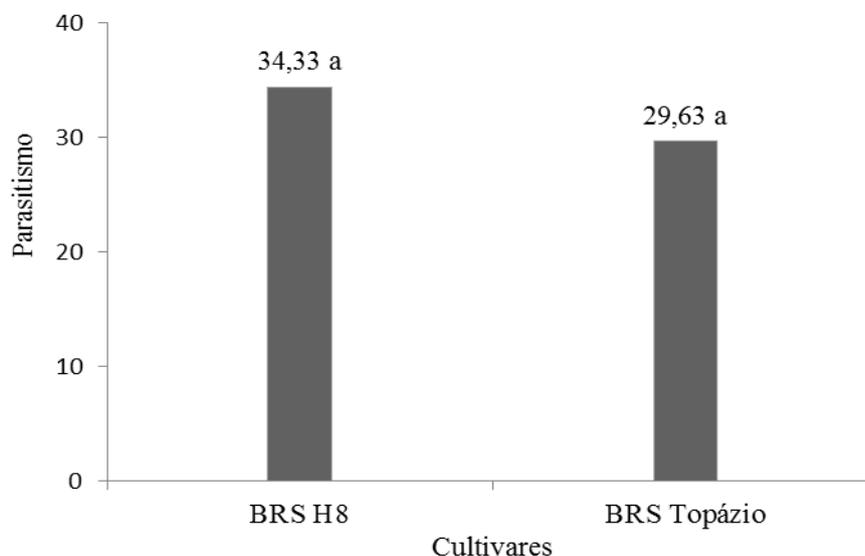
A longevidade do parasitoide fêmea foi de 24,61 e 22,61 dias para ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente. Pessoa et al. (2016), avaliando o agente natural *E. desantisi* em ninfas de *B. tabaci* oriundas das cultivares do algodoeiro DeltaOPAL e FM 993, verificaram valores de 19,3 e 22,3 dias para sua longevidade, respectivamente. De acordo com Hódar et al. (2002), a qualidade dos alimentos é um dos principais fatores que influenciam na longevidade, no tamanho do corpo e na abundância de fecundidade.

De acordo com Giorgini et al. (2009), uma característica dos representantes do gênero *Encarsia* é se reproduzir de forma assexuada, partenogênese do tipo telítoca, onde a presença de machos é rara ou desconhecida. Essa característica do parasitoide originar indivíduos fêmeas é de grande relevância em programas de controle biológico aplicado. Há possibilidade da presença do simbionte *Cardinium hertigii* que induz à partenogênese originando exclusivamente fêmeas em *E. hispida*, cujos estão localizados em maior quantidade nas células foliculares e nutritivas, e em menor grau nos oócitos do parasitoide (ZCHORI-FEIN et al., 2004). Dessa forma, o simbionte influenciou na razão sexual que foi de 1,0 nas duas cultivares avaliadas.

Parasitismo de E. hispida em algodoeiro

O índice de parasitismo de *E. hispida* em ninfas de *B. tabaci* biótipo B oriundas das cultivares do algodoeiro não diferiram estatisticamente entre si (Figura 1). No total foram registrados 1230 e 933 parasitoides oriundos das ninfas da mosca-branca nas cultivares BRS H8 e BRS Topázio, respectivamente. Destes parasitoides houve a presença de indivíduos dos dois sexos macho e fêmea nas duas cultivares sendo visualmente diferentes quanto a coloração. A fêmea tem coloração amarelo claro por todo o seu corpo, enquanto o macho possui cor marrom em seu corpo (MYARTSEVA; EVANS, 2008).

Figura 1. Parasitismo de *Encarsia hispida* quando as ninfas da mosca-branca foram provenientes das cultivares do algodoeiro.



O desempenho desse agente natural foi relatado por Graf et al. (2006) quanto ao seu parasitismo em pragas de *B. tabaci* em plantas hortícolas e concluíram que sua ação sobre a densidade de ninfas dessa praga variou apenas no tomate, enquanto nas plantas pimentão e pepino permanece a mesma taxa de parasitismo sobre o hospedeiro. Estes autores analisaram o desempenho de *E. hispida* sobre *B. tabaci* na planta hibisco entre 2004 a 2005 para controlar a referida praga e, constataram índices altos, contudo o comportamento do parasitoide foi influenciado por fatores abióticos e bióticos. Além disso, o uso de produtos sintéticos afetou esse agente na regulação de *B. tabaci*. No Brasil e no mundo a espécie *E. hispida* tem sido reportada incidindo em diferentes espécies de hospedeiros que afetam diversas plantas ornamental, hortícolas e culturas acarretando prejuízos socioeconômico (HERNÁNDEZ-SUÁREZ et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2003; NOYES, 2005; LOURENÇÃO et al., 2007; TORRES, 2014).

Conclusão

O parasitoide *E. hispida* desenvolve-se de forma adequada quando as ninfas de *B. tabaci* biótipo B são oriundas das duas cultivares do algodoeiro BRS H8 e BRS Topázio.

A espécie *E. hispida* apresenta potencial de emprego em controle biológico da mosca-branca *B. tabaci* biótipo B.

Agradecimentos

O autor agradece ao Dr. Valmir Antônio Costa (Instituto Biológico do Laboratório de Controle Biológico, em Campinas – SP) pela identificação do parasitoide e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Referências

ANTONY, B.; PALANISWAMI, M. S.; HENNEBERRY, T. J. *Encarsia transvena* (Hymenoptera: Aphelinidae) development on different *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) instars. *Environmental Entomology*, Annapolis, v. 32, n. 3, p. 584-591, 2003.

ANTONY, B.; PALANISWAMI, M. S.; KIRK, A. A.; HENNEBERRY, T. J. Development of *Encarsia bimaculata* (Heraty and Polaszek) (Hymenoptera: Aphelinidae) in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) nymphs. *Biological Control*, Filadelfia, v. 30, n. 3, p. 546-555, 2004.

AZIMI, S.; RAHMANI, S.; TOHIDFAR, M.; ASHOURI, A.; BANDANI, A.; TALAEI-HASSANLOUEI, R. Interaction between Bt-transgenic cotton and the whitefly's parasitoid, *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Journal of Plant Protection Research*, Poznan, v. 54, n. 3, p. 272-278, 2014.

BEGUM, S.; ANIS, S. B.; FAROOQI, M. K.; REHMAT, T.; FATMA, J. Aphelinidae parasitoids (Hymenoptera; Aphelinidae) of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from India. *Biology and Medicine*, Aligarh, v. 3, n. 2, p. 222-231, 2011.

GENEROSO, A. R.; FERNANDES, O. A. Criação de *Encarsia formosa* para o controle da mosca-branca. In: OLIVEIRA, J. E. M. *Agentes de controle biológico: metodologias de criação, multiplicação e uso*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 141-149.

GIORGINI, M.; MONTI, M. M.; CAPRIO, E.; STOUTHAMER, R.; HUNTER, M. S. Feminization and the collapse of haplodiploidy in an asexual parasitoid wasp harboring the bacterial symbiont *Cardinium*. *Heredity*, Cardiff, v. 102, n. 4, p. 365–371, 2009.

GRAFF, V.; LEMMET-BURLAT S.; BORDAT, D.; TROTTIN-CAUDAL, Y. *Encarsia hispida* de Santis, parasitoïde de *Bemisia tabaci* (Gennadius): efficacité en serres de production d'hibiscus et poinsettia et quelques éléments de biologie en conditions de laboratoire sur tomate, poivron et concombre. In: 3ÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION DES CULTURES, 2006. Paris. *Résumé...* Paris: AFPP, 2006. p. 800-808.

HERNÁNDEZ-SUÁREZ, E.; CARNERO, A.; AGUIAR, A.; PRINSLOO, G.; LASALLE, J.; POLASZEK, A. Parasitoids of whiteflies (Hymenoptera: Aphelinidae, Eulophidae, Platygastridae; Hemiptera: Aleyrodidae) from the Macaronesian archipelagos of the Canary Islands, Madeira and the Azores. *Systematics and Biodiversity*, Cambridge, v, 1, n. 1, p. 55-108, 2003.

HÓDAR, J. A.; ZAMORA, R.; CASTRO, J. Host utilisation by moth and larval survival of pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* in relation to food quality in three *Pinus* species. *Ecological Entomology*, Sheffield, v. 27, n. 2, p. 292–301, 2002.

HOROWITZ, A. R.; ANTIGNUS, Y.; GERLING, D. Management of *Bemisia tabaci* whiteflies. In: THOMPSON, W. M. O. *The whitefly, Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) interaction with geminivirus-infected host plants: Bemisia tabaci, host plants and geminiviruses*. Netherland: Springwe, 2011. p. 293-322.

IBGE. *Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes*. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. v. 41, p. 1-100.

LOURENCÃO, A. L.; FANCELLI, M.; COSTA, V. A.; RIBEIRO, N. C. Parasitismo em *Trialeurodes variabilis* (Quaintance) (Hemiptera: Aleyrodidae) por *Encarsia hispida* De Santis (Hymenoptera: Aphelinidae), em mamoeiro, no Brasil. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 36, n. 1, p. 147-149, 2007.

MEDEIROS, M. A. Parasitismo natural em ovos crisopídeos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 221-223, 2009.

MYARTSEVA, S. N.; EVANS, G. A. A vispas parasíticas de plagas y otros insectos – Genus *Encarsia* Förster of Mexico (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) A revision, key and

descripition of new species. Ciudad Victoria, Universidad Autónoma de Tamaulipas UAM Agronomía y Ciencias, 2008.

NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVÉ, E.; SÁNCHEZ-CAMPOS, S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 49, n. 1, p. 219-248, 2011.

NOYES, J. S. 2005. *Universal Chalcidoidea database*. Disponível em: <http://internt.nhm.ac.uk/jdsml/perth/chalcidoids>>. Acesso em: 4 jan. 2016.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. M.; OLIVEIRA, F. R. A. O.; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. S. S. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 279-287, 2012.

OLIVEIRA, M. R. V.; AMANCIO, E.; LAUMANN, R. A.; GOMES, L. O. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 151-154, 2003.

PESSOA, R.; ROSSI, G. D.; BUSOLI, A. C. Transgenic cotton-fed *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) affects the parasitoid *Encarsia desantisi* Viggiani (Hymenoptera: Aphelinidae) development. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 45, n. 1, p. 102-106, 2016.

SHADMANY, M.; OMAR, D.; MUHAMAD, R. First report of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype Q in Malaysia. *Florida Entomologist*, Lutz, v. 96, n. 1, p. 280-282, 2013.

SHAH, M. M. R.; ZHANG, S. Z.; LIU, T. X. Whitefly, host plant and parasitoid: a review on their interactions. *Asian Journal of Applied Science and Engineering*, Dhaka, v. 4, n. 1, p. 48-61, 2015.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SIMMONS, A. M.; ABD-RABOU, S. Parasitism of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) after multiple releases of *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) in three

vegetable crops. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, Charleston, v. 22, n. 2, p. 73–77, 2005.

TAKAHASHI, K. M.; BERTI FILHO, E.; LOURENÇÃO, A. L. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B-biotype and parasitism by *Encarsia Formosa* (Gahan) on collard, soybean and tomato plants. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 639-642, 2008.

TALAEI, R. Influences of plant species on life history traits of *Cotesia rubecula* (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae). *Biological Control*, Philadelphia, v. 51, n. 1, p. 72–75, 2009.

TORRES, L. C.; LOURENÇÃO, A. L.; COSTA, V. A.; SOUZA, B.; COSTA, M. B.; TANQUE, R. L. Records of natural enemies of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B in Brazil. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 43, n. 2, p. 189-191, 2014.

XU, Q.; CHAI, F.; AN, X.; HAN, S. Optimization of a bioassay method for specific activity of acetylcholinesterase of B biotype *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Florida Entomologist*, Lutz, v. 96, n. 1, p. 160-165, 2013.

ZCHORI-FEIN, E.; PERLMAN, S. J.; KELLY, S. E.; KATZIR, N.; HUNTER, M. S. Characterization of a ‘bacteroidetes’ symbiont in *Encarsia* wasps (Hymenoptera: Aphelinidae): proposal of ‘candidatus *Cardinium hertigii*’. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, Zootaxa, Auckland, v. 54, n. 3, p. 961-968, 2004.

ARTIGO II

COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO E TESTE DE VOO DE

Encarsia hispida (Hymenoptera: Aphelinidae)

Comportamento de forrageamento e teste de voo de *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae)

Foraging behavior and flight test of *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae)

Resumo – A espécie *Encarsia hispida* apresenta potencial para controle da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B. Entretanto, informações sobre os aspectos biológicos como o comportamento de forragear e teste de voo são escassos. Desta forma, a pesquisa avaliou o comportamento de forrageamento e teste de voo do parasitoide *E. hispida* em condições de laboratório. O estudo foi executado no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, em Areia – PB. Nos experimentos foram utilizadas folhas de algodoeiro das cultivares BRS H8 e BRS Topázio. No primeiro bioensaio, utilizou-se parasitoide fêmea para registro das seguintes variáveis: atividade, velocidade e padrão de caminhamento; enquanto no segundo foram utilizadas pupas do parasitoide próximo à emergência onde os adultos foram classificados conforme suas posições em: voadores, caminhadores e não voadores. A atividade, velocidade e padrão de caminhamento do parasitoide quando avaliados não foram influenciados nas duas cultivares do algodoeiro. Contudo, na atividade se evidenciou que não houve reconhecimento de *E. hispida* nas folhas do algodoeiro durante os testes. O parasitoide visitou os quadrantes das folhas em grande maioria apenas uma vez, totalizando 112,2 quadrantes na cultivar BRS Topázio. Os parasitoides voadores atingiram 79,17% e 77,85% em ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente.

Palavras-chave: Controle biológico, critério de qualidade, parasitoide.

Abstract – The species *Encarsia hispida* presents potential to control the whitefly *Bemisia tabaci* B biotype. Therefore, information about the biological aspects as foraging behavior and flight test are scarce. In this sense, the search evaluated the foraging behavior and flight test of the parasitoid *E. hispida* in laboratory conditions. The study was performed in the Laboratory of Entomology, Federal University of Paraíba, Campus II, Areia – PB. In experiments were used leaves of the cotton BRS H8 and BRS Topázio cultivars. In the first bioassay the parasitoid females were used to register the following variables: activity, speed

and walking pattern, while in the second were used pupae of the parasitoid next to emergence where adults were classified as positions: flyers, walkers and non-flyers. The activity, speed and walking pattern were not influenced in two cultivars of the cotton crop. However, in the activity there was not evidenced recognition of *E. hispida* in the leaves of cotton crop during testing. The parasitoid visited the quadrants of the leaves in the large majority only once, totaling 112.2 quadrants in the cultivar BRS Topázio. The insects classified like flyers hit 79.17 and 77.85 in 'BRS H8' and 'BRS Topázio', respectively.

Key words: biological control, parasitoid, quality criteria.

Introdução

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) por muito tempo, algodão branco, apresentou maior destaque no cenário de produção mundial, mas o algodão colorido tem se destacado como uma das atividades agrícolas de grande importância socioeconômica, fixação de mão-de-obra e geração de empregos, bem como a redução do uso de tinturas que favorecem o descarte de resíduos (CARDOSO et al., 2010; CAVALCANTE et al., 2015). Entretanto, ainda, é frequentemente infestado pela mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) encontrando-se distribuída nas regiões subtropicais e tropicais afetando as plantas ornamental, hortícola e agrícola no mundo (WAN et al., 2009).

O parasitoide *Encarsia hispida* De Santis (Hymenoptera: Aphelinidae) tem sido reportado controlando de maneira satisfatória a população de mosca-branca em casa-de-vegetação na França (GRAF et al., 2006). No Brasil e nos demais locais do mundo está espécie tem sido registrada em vários hospedeiros de moscas-branca em diversas espécies vegetais. Neste contexto é imprescindível conhecer a morfologia, o comportamento e a biologia de agentes naturais, onde este último é à base para gerar dados que possibilita selecionar espécies ou linhagens de parasitoides com potencial para a regulação de pragas (PARRA et al., 2002).

Um dos fatores que determinam a eficiência de um parasitoide está intimamente ligado à sua capacidade de encontrar o hospedeiro em campo, manipular o número de ovos a serem depositados por hospedeiro e sua sobrevivência, em resposta à disponibilidade de hospedeiros (SILVA-TORRES et al., 2009). O forrageamento de parasitoides é um parâmetro de avaliação que fornece dados importantes sobre a capacidade de busca dos agentes de

controle em determinadas culturas, sendo diferenciados pela espécie de parasitoide, pela densidade da presa e pelas características da planta hospedeira (SAMPAIO et al., 2001; GOULART et al., 2011).

As folhas do algodoeiro, local onde se concentra o maior número de ninfas de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) (CAMPOS et al., 2005), podem apresentar pilosidade característica de acordo com o genótipo ou cultivar, sendo os tricomas importantes estruturas morfológicas para a defesa da planta contra herbivoria (INBAR; GERLING, 2008; FURTADO et al., 2009). Contudo, essas estruturas podem ser barreiras que impedem a ação dos agentes de controle natural, na predação (SANTOS et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2008) ou no parasitismo, como observado para parasitoides em plantas de crisântemo (SOGLIA et al., 2006) e tomate (FARIA et al., 2008). A influência da densidade de tricomas em plantas ao comportamento de busca de *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) foi realizada por Roermund e Lenteren (1995) em tomate e Sütterlin e Lenteren (1997) em gérbera, o que pressupõe necessidade de estudos em relação ao comportamento de busca e forrageamento de outras espécies de *Encarsia* no algodoeiro. Nesse sentido, a pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento de forrageamento e o teste de voo de *E. hispida* em laboratório.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba (LEN/UFPB), Campus de Areia - Paraíba. As cultivares BRS H8 (branco) e BRS Topázio (marrom) de algodão empregadas neste estudo foram provenientes da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (EMBRAPA/CNPA). A mosca-branca *B. tabaci* biótipo B e o parasitoide *E. hispida* foram obtidos em plantas de couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. acephala) no Campus II da UFPB.

Criação de B. tabaci biótipo B

A criação de *B. tabaci* biótipo B foi baseada adaptando-se a metodologia proposta por Generoso e Fernandes (2006) em casa de vegetação sobre plantas de bico-de-papagaio *Euphorbia pulcherrima* Willd utilizando-se vasos com capacidade para 10 litros tendo como

substrato uma mistura de terra vegetal, esterco e areia (na proporção 1:2:1, respectivamente). As plantas hospedeiras foram obtidas por propagação vegetativa e após três meses do surgimento das brotações foram infestadas com a mosca-branca. As plantas foram envolvidas com gaiolas de formato circular confeccionadas em estrutura metálica de arame galvanizado telado com tecido do tipo 'voil' antiafídeo (50 x 26 cm). Quanto à suspensão das gaiolas foi montada uma estrutura de madeira e arame galvanizado nas laterais da bancada, permitindo assim a regulação da altura da gaiola conforme o desenvolvimento da planta.

Após aproximadamente 15 dias era constatada grande quantidade de ninfas da mosca-branca de 3º e 4º instares. As condições ambientais foram para temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. No entanto, a manutenção da população da mosca-branca se dava através de plantas livres de bico-de-papagaio.

Criação de E. hispida

A criação de *E. hispida* foi baseada adaptando-se a metodologia proposta por Generoso e Fernandes (2006). A obtenção dos parasitoides fêmeas ocorreram em plantas de couve-manteiga utilizando-se cápsulas de gelatina 00 (MEDEIROS, 2009) e liberados junto às plantas bico-de-papagaio a serem colonizadas contendo ninfas da mosca-branca em seu 3º e 4º instares no ambiente supracitado. Após a liberação do parasitoide, esperaram-se que as larvas de 3º ínstar desse agente biológico excretassem o mecônio para início do processo de escurecimento à fase de pupa e, após o processo, as pupas foram transferidas juntamente com a folha para o laboratório. Em seguida, as pupas foram removidas com auxílio de alfinete entomológico e colocada em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) e revestida com filme plástico até a emergência.

Depois da emergência, os insetos adultos foram capturados em cápsulas de gelatina 00 e acomodados em tubos de ensaios (2,5 x 8,5 cm) contendo uma solução de mel (20%), distribuída nas paredes dos recipientes para alimentar o parasitoide. O alimento era fornecido a cada três dias e a troca dos recipientes a cada 15 dias. Os recipientes eram vedados com filme plástico.

Comportamento de forrageamento de E. hispida

A avaliação dos testes de comportamento de forrageamento dos parasitoides foi realizada adaptando-se a metodologia por Sütterlin e Lenteren (1997). Utilizaram-se parasitoides fêmeas recém-emergidas de *E. hispida* em folhas do algodoeiro ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’ sem infestação pela mosca-branca. No registro da atividade de busca foi liberado um parasitoide fêmea em uma folha com a parte abaxial voltada para cima em placa de Petri (9,0 x 1,5 cm) com duração de cinco minutos, com 10 repetições por cultivar.

Para observar a atividade de busca de reconhecimento do parasitoide foi utilizado o microscópio estereoscópico (Stereo Discovery.V12[®]) e a câmera digital (Nikon DSLR D3200[®]) para gravação da atividade de busca de caminhamento, o número de voos e a inatividade do parasitoide. Já para a velocidade de caminhamento se utilizou uma folha com a parte abaxial voltada para cima com área retangular de 3 cm por 4,2 cm (12,6 cm²) com uma moldura feita em papel cartão, existindo ainda, sob a folha papel milimetrado. O parasitoide foi colocado sobre a folha e a atividade de caminhamento foi registrada enquanto o inseto caminhava nesta arena, com 10 repetições por cultivar.

Após a obtenção das imagens foi registrada a trilha percorrida pelo parasitoide. A partir da gravação para estimativa da velocidade de forrageamento, o movimento de *E. hispida* foi particionado de segundo em segundo e, em seguida, com o auxílio do programa ImajeJ (IMAJEJ, 2016), foi traçado o caminho do parasitoide ao longo do tempo de avaliação. Desta forma, foram obtidas as seguintes medidas como o percurso total (mm), o tempo total (s), o percurso parcial (mm) e o tempo parcial (s). No percurso parcial foi considerado a distância percorrida com velocidade de 0,36 mm s⁻¹ e 0,44 mm s⁻¹, para ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’ respectivamente, que corresponde a 50% das velocidades médias, determinada com base nos valores médios de percurso e tempo.

A partir das médias calcularam-se a velocidade média de caminhamento e a velocidade de caminhamento. Para verificar o padrão de caminhamento de *E. hispida* foram utilizadas as trilhas percorridas por cada parasitoide fêmea registradas como descrito no item anterior. As figuras foram digitalizadas e sobre as mesmas foi desenhado quadriculado de 1 mm (em relação ao tamanho real do percurso descrito pelo parasitoide) utilizando-se o programa Power Point[®]. A trilha correspondeu a uma repetição sendo contabilizado o número total de quadrantes visitados, o número de quadrantes pelos quais o inseto passou uma só vez,

o número de quadrantes os quais o inseto voltou a visitar uma vez mais e o número de quadrantes os quais o inseto visitou duas ou mais vezes.

Teste de voo de E. hispida

Para o teste de voo foram coletadas pupas de *E. hispida* nas cultivares BRS H8 e BRS Topázio do algodoeiro utilizando o alfinete entomológico. Este bioensaio foi realizado adaptando-se a metodologia proposta por Lenteren (1997) utilizando unidade-teste que consiste de um cilindro de PVC (15 x 15 cm) tendo uma placa de Petri transparente (15,0 x 2,0 cm) com cola entomológica, na parte superior; enquanto, um anel de cola em espessura de 4 cm de altura foi aplicado às paredes verticais do cilindro na parte superior. As gaiolas foram dispostas em estantes de aço diretamente abaixo da fonte de luz. O fundo da gaiola foi vedado com plástico de cor preta sendo ajustado firmemente por meio de um disco de isopor. A posição e o número de parasitoides no anel de cola (caminhadores), na placa de Petri (voadores) e no fundo (não voadores) foram registrados e utilizados nos cálculos de porcentagens, em relação ao número total de adultos emergidos. As pupas foram colocadas em papel cartão, na base do cilindro, onde esperou-se sete dias para realização da leitura. Os tratamentos foram constituídos de 10 repetições (gaiolas) tendo 50 pupas por repetição.

Análise estatística

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com duas cultivares e uma espécie de parasitoide. Os dados foram transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$ antes da análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste F a 5 % de probabilidade. Para o experimento I, forrageamento, a repetição consistiu em um parasitoide (fêmea) tendo 10 repetições por cultivar. No experimento II, teste de voo, os valores das variáveis ‘porcentagem de indivíduos capturados no anel de cola’ e ‘porcentagem de indivíduos capturados no fundo’ foram transformados em log (x) e a ‘porcentagem de indivíduos capturados na placa de Petri’ em arcoseno de $\sqrt{x+0,5}$. Os valores de porcentagem de parasitismo foram transformados em arco-seno antes da análise. Os dados foram analisados pelo programa Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Resultados e Discussão

Comportamento de forrageamento de E. hispida

Na atividade de busca do parasitoide *E. hispida* não foi observado diferença estatística entre as cultivares do algodoeiro (Tabela 1). Para atividade de caminhamento do parasitoide, se observa que foi gasto mais tempo na cultivar BRS Topázio do que na BRS H8. O parasitoide, ao caminhar, usa as antenas para examinar a superfície da folha em busca de hospedeiro. Na cultivar BRS H8, numericamente, foi observado predominância da variável sem atividade do parasitoide em torno de 63,03 s sobre a folha; enquanto, na cultivar BRS Topázio esse comportamento foi de 45,27 s. No número de voo de *E. hispida* os valores foram próximos nas duas cultivares. No presente estudo o parasitoide não teve atividade de reconhecimento durante a sua atividade de busca, diferentemente para Generoso (2006) que observou *E. formosa* realizando esta atividade que pode ser explicada pela existência de 'honeydew' na folha e, também, o parasitoide tenha realizado em locais na ausência dessa substância. Esse autor encontrou valores maiores para atividade de caminhamento e número de voos, no entanto, para a variante sem atividade foi bastante inferior quanto ao do presente estudo.

Tabela 1. Tempo de caminhamento, sem atividade e o número de voos de *Encarsia hispida* durante forrageamento em cultivares de algodoeiro.

Cultivar	Atividade de busca		
	Caminhamento (s)	Sem atividade ¹ (s)	Voos (n°)
BRS H8	36,96 ± 8,75 a	63,03 ± 9,17 a	1,70 ± 0,10 a
BRS Topázio	54,60 ± 10,58 a	45,27 ± 10,60 a	1,00 ± 0,14 a
² F	0,01	3,55	1,37
³ P	0,918	0,0755	0,2554

Dados transformados em arcoseno $\sqrt{\%/100}$. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste F (P=0,05). ¹Permanência estática ou com vibrações das antenas ou ainda, limpando-se. ²Valores de (F). ³Valores de (P). **Fonte:** Elaboração do autor.

Já em relação à velocidade média e de caminamento do parasitoide não foi observado diferença estatística entre as cultivares do algodoeiro (Tabela 2). Constatou-se que o parasitoide caminha livremente buscando examinar a superfície da folha movendo-se de maneira rápida, no entanto, houve paradas para realizar a limpeza dos seus apêndices. Aparentemente, o caminamento desse agente não tenha sido influenciado pelos tricomas presentes na folha das cultivares. Verificou-se que a velocidade média na ‘BRS H8’ variou de 0,50 a 1,25 mm s⁻¹ enquanto para ‘BRS Topázio’ 0,4 a 1,35 mm s⁻¹. No caminamento de *E. hispida* foram constatados valores na ‘BRS H8’ variando de 0,13 a 0,31 mm s⁻¹ enquanto para ‘BRS Topázio’ foi de 0,15 a 0,36 mm s⁻¹. A velocidade média do presente estudo foi maior ao encontrado por Generoso (2006) quando analisaram o caminamento de *E. formosa* em plantas de soja, tomate e melão. A literatura relata que a densidade de tricomas pode interferir no forrageamento de *E. formosa* Sütterlin e Lenteren (1997) e, por fatores abióticos como a temperatura Roermund e Lenteren (1995).

Tabela 2. Velocidade média e velocidade de caminamento de *Encarsia hispida* em cultivares do algodoeiro.

Cultivar	Velocidade (mm s ⁻¹)	
	Média	Caminamento ¹
BRS H8	0,76 ± 0,06 a	0,26 ± 0,01 a
BRS Topázio	0,86 ± 0,07 a	0,29 ± 0,01 a
² F	0,58	1,51
³ P	0,4541	0,2345

¹considerando somente o tempo caminhando. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste F (P=0,05). ²Valores de (F). ³Valores de (P).

Fonte: Elaboração do autor.

Para o padrão de caminamento de *E. hispida* foi observado maior número total de quadrantes visitados para a cultivar BRS Topázio (Tabela 3). Assim a trilha de caminamento do parasitoide nesta cultivar foi cruzada a grande maioria dos quadrantes (89%) uma só vez, o que significa caminamento com baixa sinuosidade. Esses valores observados foram similares aos de Generoso (2006) constatando 90% do caminamento da trilha de *E. formosa* ocorrendo apenas uma vez e, menores para Sütterlin (2000) ao avaliar para o mesmo parasitoide em

cultivares de gérbera de pilosidade variável quanto a densidade e tipo de tricomas. No entanto, essas trilhas traçadas pelo parasitoide indicam que há mais sinuosidade na ‘BRS Topázio’ (2,0%), contudo esse valor não é expressivo e está próximo ao observado na cultivar BRS H8. O menor número de quadrantes frequentados pelo parasitoide em ‘BRS H8’ ocorreu em função do mesmo permanecer parado ou voou da arena.

Tabela 3. Frequência de cruzamentos sobre a mesma trilha de caminamento de *Encarsia hispida* e média de quadrantes visitados em toda a trilha, em cultivares de algodoeiro.

Cultivares	Padrão de caminamento			Quadrantes visitados ($\bar{X} \pm EP$)
	Frequência de cruzamentos na mesma trilha (média)			
	0	1	≥ 2	
BRS H8	0,7797	0,0532	0,0177	56,3 \pm 7,57
BRS Topázio	0,8912	0,0588	0,0204	112,2 \pm 17,71

Fonte: Elaboração do autor.

Teste de voo de E. hispida

No teste da atividade de voo de *E. hispida* não se verificou diferença estatística significativa entre as cultivares do algodoeiro (Tabela 4). A porcentagem média de parasitoides capturados na tampa (voadores), no anel de cola (caminhadores) e no fundo (não voadores) da unidade-teste foi similar entre ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’. O parasitoide ao emergir distende-se as suas asas que, em seguida, podem caminhar ou voar em forma de espiral o que explica seu percentual de 77,93 a 79,17%, entre as cultivares BRS Topázio e BRS H8, respectivamente, mediante a unidade-teste para curta distância. Esses valores observados foram maiores quando comparados com os de Bellon et al. (2014) que, avaliando as densidades com três fêmeas, encontraram 79,08% de *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) voadores, embora esse valor tenha decrescido a medida que houve o aumento das densidades do parasitoide e, menores aos de Rodrigues et al. (2009) com 85,9% *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Tabela 4. Porcentagem da atividade de voo de *Encarsia hispida* na unidade-teste para curta distância sendo classificado em voadores, caminheiros e não voadores.

Cultivar	Voadores (%)	Caminheiros (%)	Não voadores (%)
BRS H8	79,17 ± 2,15 a	19,99 ± 1,16 a	0,83 ± 0,59 a
BRS Topázio	77,85 ± 1,38 a	21,93 ± 1,41 a	0,20 ± 1,38 a
¹ F	0,13	0,40	0,54
² P	0,7208	0,5311	0,4693

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste F (P=0,05). ¹Valores de (F). ²Valores de (P). **Fonte:** Elaboração do autor.

Conclusão

O comportamento de forrageamento do parasitoide *E. hispida* é semelhante nas cultivares do algodoeiro BRS H8 e BRS Topázio.

O parasitoide *E. hispida* foi classificado como voador em 79,17 e 77,85% nas cultivares ‘BRS H8’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente.

Agradecimentos

O autor agradece ao Dr. Valmir Antônio Costa (Instituto Biológico do Laboratório de Controle Biológico, em Campinas – SP) pela identificação do parasitoide e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Referências

- BELLON, P. P.; OLIVEIRA, H. N.; PEREIRA, F. F. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 582-584, 2014.
- CAMPOS, Z. R.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LOURENÇÃO, A. L.; CAMPOS, A. R. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura algodoeira. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 34, n. 5, p. 823-827, 2005.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. C. A.; BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida 'BRS Safira'. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 456-462, 2010.

CAVALCANTE, A. C. P.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, A. G.; DINIZ NETO, M. A.; OLIVEIRA, D. S.; CAVALCANTE, A. P. Crescimento, produção e características tecnológicas da fibra de algodão colorido em diferentes coberturas no solo. *Agropecuária Técnica*, Areia, v. 36, n. 1, p. 240-247, 2015.

FARIA, C. A.; TORRES, J. B.; FERNANDES, A. M. V.; FARIAS, A. M. I. Parasitism of *Tuta absoluta* by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structures. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1504-1509, 2008.

FURTADO, R. F.; SILVA, F. P.; LAVÔR, M. T. F. C.; BLEICHER, E. Suscetibilidade de cultivares de *Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch a *Aphis gossypii* Glover. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 461-464, 2009.

GENEROSO, A. R.; FERNANDES, O. A. Criação de *Encarsia formosa* para o controle da mosca-branca. In: OLIVEIRA, J. E. M. *Agentes de controle biológico: metodologias de criação, multiplicação e uso*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 141-149.

GOULART, M. M. P.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; DINIZ, A. F. Host preference of the egg parasitoids *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in laboratory. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 129-133, 2011.

GRAFF, V.; LEMMET-BURLAT S.; BORDAT, D.; TROTTIN-CAUDAL, Y. *Encarsia hispida* de Santis, parasitoïde de *Bemisia tabaci* (Gennadius): efficacité en serres de production d'hibiscus et poinsettia et quelques éléments de biologie en conditions de laboratoire sur tomate, poivron et concombre. In: 3ÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION DES CULTURES, 2006. Paris. *Résumé...* Paris: AFPP, 2006. p. 800-808.

IMAJEJ. *ImajeJ User Guide*. Disponível em: <http://rsb.info.nih.gov/ij/docsguide/index.html>. Acesso em: 4 fev. 2016.

INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores and natural enemies. *Annual Review of Entomology*, Illinois, v. 53, n. 1, p. 431-448, 2008.

LENTEREN, J. C. van. Controle de qualidade de agentes de controle biológico produzidos massalmente. In: BUENO, V. H. P. *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA, 2009. p. 77-115.

OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S. A.; SANTOS, R. F.; SILVEIRA, L. C. P. Efeito de cultivares de algodoeiro sobre a biologia e a capacidade predatória de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) predando *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae). *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 45-52, 2008.

RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V.; MIRANDA, J. E. Avaliação da capacidade de voo, parasitismo e emergência de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 749-753, 2009.

ROERMUND, H. J. W. van; LENTEREN, J. C. van. Foraging behavior of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa* on tomato leaflets. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Hoboken, v. 76, n. 3, p. 313-324, 1995.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; PEREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 30, n. 1, p. 81-87, 2001.

SANTOS, T. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOARES, J. J. Influência de tricomas do algodoeiro sobre os aspectos biológicos e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com *Aphis gossypii* Glover. *Bragantia*, Campinas, v. 62, n. 2, p. 243-254, 2003.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional assistat para o sistema operacional windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA-TORRES, C. S.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade de hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii*

Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 38, n. 4, p. 512-519, 2009.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; ROFRIGUES, S. M. M.; LEDO, C. A. S. Desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) e *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em duas cultivares de crisântemo. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 35, n. 3, p. 364-370, 2006.

SÜTTERLIN, S.; LENTEREN, J. C. van. Influence of hairiness of gerbera *Jamesonii* leaves on the searching efficiency of the parasitoid *Encarsia formosa*. *Biological Control*, Philadelphia, v. 9, n. 3, p. 157-165, 1997.

WAN, F. H.; ZHANG, G. F.; LIU, S. S.; LUO, C.; CHU, D.; ZHANG, Y.; ZANG, L.; JIU, M.; LÜ, Z.; CUI, X.; ZHANG, L.; ZHANG, F.; ZHANG, Q.; LIU, W.; LIANG, P.; LEI, Z.; ZHANG, Y. Invasive mechanism and management strategy of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B: Progress report of 973 program on invasive alien species in China. *Science China Life Sciences*, Beijing, v. 52, n. 1, p. 88-95, 2009.

ARTIGO III

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae)

Seletividade de inseticidas a *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae)

Selectivity of insecticides the *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae)

Resumo: O emprego de inseticidas não seletivos na produção agrícola pode diminuir ou eliminar agentes biológicos que regulam os insetos indesejáveis para o homem no processo produtivo. Nessa pesquisa avaliou-se o efeito da toxicidade de produtos sintéticos ao parasitoide *Encarsia hispida* tendo como hospedeiro a mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B em algodoeiro. O estudo foi realizado mediante o uso de bioensaios no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, usando-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial. Nos bioensaios foram utilizadas *E. hispida* nas fases de pupa e adulta, as quais foram submetidas à pulverização com os seguintes produtos químicos: tiametoxam, deltametrina, imidacloprido e piriproxifem, nas concentrações de 1,0 g L⁻¹, 1,0 mL L⁻¹, 4,0 mL L⁻¹ e 2,5 mL L⁻¹, respectivamente, tendo água destilada como testemunha. Foram utilizadas pupas com 1 e 3 dias de idade para exposição via tópica, mediante aplicação na região dorsal do tegumento. Nos adultos do parasitoide, com idade de 1 e 15 dias de emergência, foi utilizado um bioensaio de contato residual para determinação da toxicidade dos inseticidas; temperatura de 26 ± 2°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. Os inseticidas tiametoxam e imidacloprido são inócuos ao estágio de pupa, no entanto, os mesmos são nocivos à fase adulta de *E. hispida*. Os inseticidas deltametrina e piriproxifem são nocivos para ambas às fases biológicas do parasitoide *E. hispida*.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, mosca-branca, parasitoide, produtos químicos.

Abstract: The use of non-selective insecticides to crop production can decrease or eliminate biological agents that regulate the undesirable organisms for man. In this context, were evaluated the effect of the toxicity of synthetic products to parasitoid *Encarsia hispida* having as host *Bemisia tabaci* biotype B from cotton plant. The study was realized through bioassays in the Laboratory of Entomology of the Federal University of Paraíba, in completely randomized in factorial scheme. In the bioassays were used in the pupal and adult stages of *E. hispida* submitted to pulverization of the following chemical products: thiametoxam, deltamethrin, imidacloprid, pyriproxifen and, in the concentrations of 1.0 g L⁻¹, 1.0 mL L⁻¹, 4.0 mL L⁻¹ and 2.5 mL L⁻¹, respectively, with distilled water as treatment test. Were used pupae in different ages (1 and 3 days) to exposure via utopian by applying the volume of 1.2 mL suspension in the dorsal region of the integument. For the adult parasitoids, with ages 1 and 15 days of emergence, were used a biosassy of residual contact for

determination of insecticides toxicity, temperature $26 \pm 2^\circ\text{C}$, relative moisture $70 \pm 10\%$ and photophase 12 hours. The insecticides thiametoxam and imidacloprid are harmless for pupae stage, however, the same are harmful to adult stage of *E. hispida*. The insecticides deltamethrin and pyriproxyfen are harmless to the both stages of *E. hispida*.

Key words: Chemical products, *Gossypium hirsutum*, parasitoid, whitefly.

Introdução

O cultivo do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.) é expressivo no agronegócio nacional em função dos investimentos em tecnologias para sua maior eficiência produtiva (OLIVEIRA et al., 2012). Entretanto, os insetos-praga de uma determinada planta também sofrem alterações permitindo a exploração de ambientes com variadas condições climática e, ainda, ocasionando perdas significativas à produção agrícola (LEITE et al., 2010). Tais condições impostas aos seus atributos de comportamento e biologia como ciclo de vida curto, elevada fecundidade e grande capacidade de dispersão, impulsionam maiores chances de resistência de algumas espécies de inseto na cultura do algodoeiro, entre eles a mosca-branca, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) (PRABHAKER et al., 1998; BONATO et al., 2007).

Em decorrência da aplicação de produtos inseticidas sobre a mosca-branca do gênero *Bemisia* no mundo para seu controle, recentemente, esta praga corresponde a um complexo de espécie com pelo menos 34 espécies morfológicamente indistintas (DE BARRO et al., 2011; AHMED et al., 2013). Além disso, os inseticidas afetam a sobrevivência dos artrópodes benéficos. De acordo com Diamantino et al. (2014), que avaliaram a seletividade de produtos sintéticos em parasitoides na cultivar DeltaOpal do algodoeiro no Sudoeste da Bahia, inferiram que a mortalidade ocasionada pelos produtos Fipronil[®] 200 SC, Alfacipermetrina 100 SC, Lufenuron[®] 50 CE, Imidacloprid[®] 200 SC e Paration Metil[®] 600 CE foi acentuada nos períodos avaliados; embora na terceira avaliação tenha sido registrado a sobrevivência de 26% dos agentes biológicos.

A incorporação de inseticidas seletivos no Manejo Integrado de Pragas (MIP) pode minimizar os efeitos deletérios do controle químico sobre os agentes benéficos (FERREIRA et al., 2006). Dentre os inimigos naturais, a *Encarsia hispida* De Santis (Hymenoptera: Aphelinidae) tem sido reportada regulando naturalmente, na região Centro-Oeste do país, populações de *B. tabaci* biótipo B e *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de

algodão, fumo, tomate, couve, soja, feijão, melão, berinjela, e a planta daninha falsa-serralha (OLIVEIRA et al., 2003). A região nordeste, o parasitismo de *E. hispida* foi evidenciado em *Trialeurodes variabilis* Quaintance (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura do mamoeiro (LOURENÇÃO et al., 2007).

Estudos realizados por Pedigo e Rice (2009), configuram que são imprescindíveis as táticas como uso de contribuintes naturais e de plantas resistentes para minimizar o ataque das pragas quando aplicado o MIP. Assim a pesquisa teve por objetivo estudar o efeito da toxicidade de produtos inseticidas ao parasitoide *E. hispida*, tendo como hospedeiro *B. tabaci* biótipo B, oriunda de duas cultivares de algodoeiro.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba (LEN/UFPB), Campus de Areia - Paraíba. As cultivares BRS H8 (branco) e BRS Topázio (marrom) de algodão empregadas neste estudo foram provenientes da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (EMBRAPA/CNPA). A mosca-branca *B. tabaci* biótipo B e o parasitoide *E. hispida* foram obtidos em plantas de couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) no Campus II da UFPB.

Criação de B. tabaci biótipo B

A criação de *B. tabaci* biótipo B foi baseada adaptando-se a metodologia proposta por Generoso e Fernandes (2006) em casa de vegetação sobre plantas de bico-de-papagaio *Euphorbia pulcherrima* Willd utilizando-se vasos com capacidade para 10 litros tendo como substrato uma mistura de terra vegetal, esterco e areia (na proporção 1:2:1, respectivamente). As plantas hospedeiras foram obtidas por propagação vegetativa e após três meses do surgimento das brotações foram infestadas com a mosca-branca. As plantas foram envolvidas com gaiolas de formato circular confeccionadas em estrutura metálica de arame galvanizado telado com tecido do tipo 'voil' antiafídeo (50 x 26 cm). Quanto à suspensão das gaiolas foi montada uma estrutura de madeira e arame galvanizado nas laterais da bancada, permitindo assim a regulação da altura da gaiola conforme o desenvolvimento da planta.

Após aproximadamente 15 dias era constatada grande quantidade de ninfas da mosca-branca de 3º e 4º instares. As condições ambientais foram para temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. No entanto, a manutenção da população da mosca-branca se dava através de plantas livres de bico-de-papagaio.

Criação de E. hispida

A criação de *E. hispida* foi baseada adaptando-se a metodologia proposta por Generoso e Fernandes (2006). A obtenção dos parasitoides fêmeas ocorreram em plantas de couve-manteiga utilizando-se cápsulas de gelatina 00 (MEDEIROS, 2009) e liberados junto às plantas bico-de-papagaio a serem colonizadas contendo ninfas da mosca-branca em seu 3º e 4º instares no ambiente supracitado. Após a liberação do parasitoide, esperaram-se que as larvas de 3º instar desse agente biológico excretassem o mecônio para início do processo de escurecimento à fase de pupa e, após o processo, as pupas foram transferidas juntamente com a folha para o laboratório. Em seguida, as pupas foram removidas com auxílio de alfinete entomológico e colocada em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) e revestida com filme plástico até a emergência.

Depois da emergência, os insetos adultos foram capturados em cápsulas de gelatina 00 e acomodados em tubos de ensaios (2,5 x 8,5 cm) contendo uma solução de mel (20%), distribuída nas paredes dos recipientes para alimentar o parasitoide. O alimento era fornecido a cada três dias e a troca dos recipientes a cada 15 dias. Os recipientes eram vedados com filme plástico.

Taxa de mortalidade de pupas de E. hispida

As folhas das duas cultivares BRS H8 e BRS Topázio do algodoeiro contendo pré-pupas de *E. hispida* foram coletadas da casa de vegetação do LEN eram removidas com auxílio de alfinete entomológico e colocadas em placas de Petri (15,0 x 2,0 cm) para atingirem à fase de pupa, que em seguida, foram utilizadas conforme a sua idade de um e três dias de formação.

O delineamento usado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (2 x 5) (duas idade da pupa x cinco produtos) para cada cultivar, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram tiametoxam (Actara[®] 250 WG), deltrametina (Decis[®] EC), imidacloprido (Provado[®] 200 SC) e piriproxifem (Tiger[®] 100 EC) nas proporções de p.c. de 1,0 g L-1, 1,0 mL L-1, 4,0 mL L-1 e 2,5 mL L-1, respectivamente, e a testemunha (água destilada). Utilizaram-se 25 pupas que foram colocadas em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) contendo em seu interior papel de filtro, procedeu-se a aplicação tópica dos produtos, utilizando-se o borrifador manual (500 mL). Em

seguida, os recipientes foram dispostos em ambiente arejado e coberto com filme plástico. As condições ambientais foram para temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Após a exposição da pupa aos tratamentos, esperaram-se um período de cinco dias para registro da mortalidade dessa fase do parasitoide nas duas idades avaliadas de aplicação.

Taxa de mortalidade de adultos de E. hispida

Para instalação do bioensaio, foram coletadas folhas das duas cultivares de algodão com pupas de *E. hispida* que foram transferidas para o LEN. Após a emergência dos parasitoides, em até 12 horas, estes foram capturados para cápsulas de gelatina 00 (MEDEIROS, 2009) e submetidos ao método de contato residual proposto por Ozawa et al. (1998), para determinação da taxa de mortalidade dos insetos. Os inseticidas utilizados para a fase adulta do parasitoide são os mencionados anteriormente sendo diluídos em acetona (99,5%), onde uma alíquota de 2,5 mL foi colocada num tubo de ensaio (8,5 x 1,5 cm) de maneira que se espalhasse no recipiente ficando em ambiente ventilado durante um período de 1 hora para a eliminação do diluente. Na testemunha foi utilizada o espelhante. Após este período, foram colocados 10 insetos nos recipientes, onde em seu interior continha papel cartão com mel; os tubos de ensaios foram fechados com filme plástico contendo micro perfurações. Após a exposição destes espécimes por 24 horas aos inseticidas fez-se a avaliação e o registro da taxa de mortalidade com auxílio de uma lupa estereoscópica.

O experimento teve como fatores abióticos temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. O delineamento utilizado foi o DIC, em esquema fatorial (2 x 5) (duas idade do adulto x cinco produtos) para cada cultivar, com seis repetições.

Análise estatística

Os dados de mortalidade inicialmente foram corrigidos em relação à mortalidade ocorrida na testemunha, usando-se a fórmula $Ma = [(Mt - Mc) / (100 - Mc)] \times 100$ (ABBOTT, 1925), e depois submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Student Newman Keuls ($P < 0,05$) com auxílio do programa Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Os inseticidas foram classificados em quatro categorias de acordo com as normas recomendadas da “Organização Internacional para Controle Biológico e Integrado de Plantas e Animais Nocivos” (IOBC) em: classe 1 - inócuo (<30%); classe 2 - levemente nocivo (30-79%); classe 3 - moderadamente nocivo (80-99%); classe 4 - nocivo (>99%) (AMANO; HASEEB, 2001).

Resultados e Discussão

Os inseticidas aplicados apresentaram efeitos distintos sobre a pupa de *E. hispida* nas duas cultivares (Tabela 1). Os tratamentos tiametoxam e imidacloprido, na fase de pupa na cultivar BRS H8, foram inócuos (classe 1) nos períodos avaliados, enquanto os tratamentos Deltrametina e Piriproxifem afetaram significativamente a pupa, sendo classificados como nocivos (classe 4) e moderadamente nocivos (classe 3) nos períodos de 1 e 3 dias, respectivamente. O mesmo foi observado na cultivar BRS Topázio. Observaram-se diferentes efeitos deletérios do produto deltametrina na fase de pupa, nocivos ao parasitoide. O primeiro efeito deletério observado foi na inviabilidade das pupas; o segundo, morte do adulto, da emergência; e o terceiro, após sua emergência, os adultos apresentaram características como tremores e falta de coordenação motora.

Os efeitos de nocividade do inseticida deltametrina em pupas ocorreram, possivelmente, em função da presença de resíduos sobre o tegumento das mesmas que causaram à morte do parasitoide adulto no momento da sua emergência. Certamente, o produto, afetou o sistema nervoso do inseto, pois de acordo com Spencer et al., (2001) interfere na abertura e fechamento dos canais de sódio neural prolongando o tempo de entrada dos íons de Na^+ , o que resulta em transmissão de impulsos repetitivos e descontrolados, hiperexcitabilidade, perda de postura locomotora (“*Knockdown*”) e, eventualmente, paralisia e morte. Este inseticida ainda se mostrou de maneira estatisticamente diferente nos períodos analisados nas duas cultivares, havendo indivíduos vivos quando aplicados aos seus 3 dias, provavelmente, por mecanismos ainda desconhecidos.

Tabela 1. Mortalidade (%) da fase de pupa de *Encarsia hispida* (média¹ ± EP) após cinco dias da aplicação de inseticidas, tendo como hospedeiro *Bemisia tabaci* biótipo B, oriundas de duas cultivares do algodoeiro.

Tratamentos	Cultivar BRS H8			
	1 DIA ²	C ³	3 DIAS ²	C ³
Tiametoxam	15,0 ± 3,14 bA	1	3,0 ± 1,96 bcB	1
Deltametrina	100,0 ± 0,00 aA	4	90,0 ± 3,01 aB	3
Imidacloprido	7,0 ± 2,56 cA	1	8,0 ± 2,72 bA	1
Piriproxifem	100,0 ± 0,00 aA	4	94,0 ± 2,38 aB	3
Testemunha	0,0 ± 0,00 dA	-	0,0 ± 0,00 cA	-
Cultivar BRS Topázio				
Tiametoxam	12,0 ± 3,26 bA	1	18,0 ± 3,14 cA	1
Deltametrina	100,0 ± 0,00 aA	4	85,0 ± 4,76 bB	3
Imidacloprido	9,0 ± 2,87 bA	1	4,0 ± 1,96 dA	1
Piriproxifem	100,0 ± 0,00 aA	4	98,0 ± 1,40 aA	3
Testemunha	0,0 ± 0,00 cA	-	0,0 ± 0,00 dA	-

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Student Newman Keuls (P=0,05), (± EP) Erro padrão da média. ²Dia (s) - idade da pupa. ³Classe 1 - inócuo (<30%), classe 2 - levemente nocivo (30-79%), classe 3 - moderadamente nocivo (80-99%), classe 4 - nocivo (>99%). **Fonte:** Elaboração do autor.

O inseticida piriproxifem, entre os inseticidas usados, foi o único que deixou evidente a sua alta toxicidade antes da emergência do parasitoide nas duas cultivares analisadas. No entanto, houve sobreviventes quando aplicado aos seus três dias de idade da fase de pupa. De acordo com Dhadialla et al. (1998), existem informações sugerindo que os compostos do hormônio juvenil ou similar podem exercer atividade através de distintas ligações entre células e proteínas. Assim, a mortalidade da pupa pelo inseticida piriproxifem ocorreu, possivelmente, em virtude do seu modo de ação ter afetando o balanço hormonal dos insetos quando aplicado, interferindo no processo de metamorfose ao elevar o nível de hormônio juvenil causando a sua inviabilidade, ou seja, levando-o à morte.

Ao avaliar os períodos de 1 e 3 dias de idade da pupa quanto aos efeitos dos inseticidas piriproxifem, constataram-se que houve diferença estatística na cultivar BRS H8. A não supressão de indivíduos (pupas) nessa idade se deu, provavelmente, em função do tegumento estar mais desenvolvido, sendo uma barreira para sua penetração no inseto.

A inocuidade dos inseticidas tiametoxam e imidacloprido em pupa do parasitoide, possivelmente foi devido ao fato de a mesma se encontrar no interior da exúvia de seu hospedeiro (mosca-branca) servindo-lhe como barreira mecânica, ou seja, os produtos não tiveram contato direto no momento da aplicação. Houve ainda, registro de pupa em que o parasitoide não conseguiu emergir de seu casulo em virtude dos efeitos dos resíduos dos produtos quando estava realizando a abertura do orifício para sua emergência, morrendo dentro do casulo. Tais efeitos ocorreram em virtude dos inseticidas penetrarem pelas estruturas denominadas espiráculos no momento da emergência e/ou pela via oral no processo de abertura do orifício. A acetilcolina é o principal neurotransmissor no sistema nervoso central (SNC) dos insetos, cuja ação é modulada pela enzima acetilcolinesterase (AChE), que interrompe a transmissão do impulso nervoso por meio da hidrólise da acetilcolina em acetate e colina (NAUEN et al., 2001).

Os resultados do presente trabalho quanto ao tiametoxam diferem dos de Vieira et al. (2012) que testaram a seletividade de inseticidas à pupa de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) de sete dias de idade, averiguaram que os produtos químicos tiametoxam e tiametoxam do grupo químico neonicotinoide, provocaram mortalidade expressiva classificando-os em levemente nocivo (classe 2) e moderadamente nocivo (classe 3), respectivamente. Os mesmos autores inferiram que o inseticida piriproxifem foi moderadamente nocivo à fase de pupa do agente biológico, o que corrobora com os resultados da presente pesquisa quando aplicado aos 3 dias de idade da pupa.

Estudos realizados por Liu e Stansly (1997) quanto ao efeito do piriproxifem em pupa de *E. formosa*, constataram a sua influência na redução da emergência do agente natural que foi de 44,6 e 73,5% nas concentrações de 0,05 e 1,0 mg L⁻¹, respectivamente, diferindo dos encontrados no presente estudo que eliminou de 94 a 100% das pupas de *E. hispida*. Os mesmos autores ressaltam que os adultos oriundos de pupas com aplicação de 1,0 mg L⁻¹ apresentaram asas deformadas em 40% afetando o seu voo, porém, estes expressaram-se naturalmente em relação à localização do habitat do hospedeiro, seleção do hospedeiro, aceitação do hospedeiro, adequação do hospedeiro e oviposição.

Os resultados do presente estudo com pupa de *E. hispida* divergem dos de Sugiyama et al. (2011) ao pesquisarem os efeitos de produtos químicos em três espécies de afelinídeos, e constataram, que o imidacloprido foram classificados como levemente nocivo e nocivo para às fases de pupa e adulta de *E. formosa*, respectivamente.

Todos os inseticidas foram classificados como nocivo a adulto do parasitoide, oriundos de ambas as criações em cultivares de algodoeiro, exceto aos 15 dias de idade desse agente para o inseticida piriproxifem nas duas cultivares (Tabela 2). Neste cenário, verifica-se que os inseticidas oriundos de distintos grupos químicos como o neonicotinoide, o piretroide e o éter piridiloxipropílico afetaram o parasitoide, independentemente do seu modo de ação, tendo os inseticidas oriundos destes dois grupos primeiros inseticidas terem eliminados os parasitoides adultos em menos de 2 horas após a sua exposição ao ambiente com os resíduos químicos. Com isso, o comportamento pode ser explicado pela penetração dos inseticidas no corpo do inseto, dependendo da espessura e da composição química da cutícula, assim como da afinidade do inseticida com a cutícula. Dessa forma, compostos lipofílicos geralmente penetram em maiores taxas no corpo do inseto devido à sua afinidade com a cutícula (LEITE et al., 1998).

Tabela 2. Mortalidade (%) da fase adulta de *Encarsia hispida* (média¹ ± EP) após um dia da aplicação de inseticidas, tendo como hospedeiro *Bemisia tabaci* biótipo B, oriundas de duas cultivares do algodoeiro.

Tratamentos	Cultivar BRS H8			
	1 DIA ²	C ³	15 DIAS ²	C ³
Tiametoxam	100,0 ± 0,00 aA	4	100,0 ± 0,00 aA	4
Deltametrina	100,0 ± 0,00 aA	4	100,0 ± 0,00 aA	4
Imidacloprido	100,0 ± 0,00 aA	4	100,0 ± 0,00 aA	4
Piriproxifem	100,0 ± 0,00 aA	4	91,6 ± 3,59 bB	3
Testemunha	0,0 ± 0,00 bA	-	0,0 ± 0,00 cA	-
Cultivar BRS Topázio				
Tiametoxam	100,0 ± 0,00 aA	4	100,0 ± 0,00 aA	4
Deltametrina	100,0 ± 0,00 aA	4	100,0 ± 0,00 aA	4
Imidacloprido	100,0 ± 0,00 aA	4	100,0 ± 0,00 aA	4
Piriproxifem	100,0 ± 0,00 aA	4	93,3 ± 0,03 bB	3
Testemunha	0,0 ± 0,00 bA	-	0,0 ± 0,00 cA	-

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Student Newman Keuls (P=0,05), (± EP) Erro padrão da média. ²Dia (s) - idade do adulto. ³Classe 1 - inócuo (<30%), classe 2 - levemente nocivo (30-79%), classe 3 - moderadamente nocivo (80-99%), classe 4 - nocivo (>99%). **Fonte:** Elaboração do autor.

Conclusão

Os inseticidas tiametoxam e imidacloprido são inócuos ao estágio de pupa, e nocivos à fase adulta de *Encarsia hispida*.

Os inseticidas deltametrina e piriproxifem são nocivos para ambas às fases biológicas do parasitoide *E. hispida*.

Agradecimentos

O autor agradece ao Dr. Valmir Antônio Costa (Instituto Biológico do Laboratório de Controle Biológico, em Campinas – SP) pela identificação do parasitoide e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Referências

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

AHMED, M. Z.; DE BARROW, P. J.; REN, S. X.; GREEFF, J. M.; QIU, B. L. Evidence for horizontal transmission of secondary endosymbionts in the *Bemisia tabaci* cryptic species complex. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 8, n. 1, p. 53-84, 2013.

AMANO, H.; HASEEB, M. Recently-proposed methods and concepts of testing the effects of pesticides on the beneficial mite and insect species: study limitations and implications in IPM. *Applied Entomology and Zoology*, Tokyo, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2001.

BONATO, O.; LURETTE, A.; VIDAL, C.; FARGUES, J. Modelling temperature dependent bionomics of *Bemisia tabaci* (Q-biotype). *Physiological Entomology*, London, v. 32, n. 1, p. 50-55, 2007.

DE BARRO, P. J.; LIU, S. S.; BOYKIN, L. M.; DINSDALE, A. B. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 56, n. 1, p. 1-19, 2011.

DHADIALLA, T. S.; CARLSON, G. R.; LE, D. P. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 43, n. 1, p. 545-569, 1998.

DIAMANTINO, E. P.; CASTELLANI, M. A.; FORTI, L. C.; MOREIRA, A. A.; JOSÉ, A. R. S.; MACEDO, J. A.; OLIVEIRA, F. S.; SILVA, B. S. Seletividade de inseticidas a alguns dos inimigos naturais na cultura do algodão. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 81, n. 2, p. 150-158, 2014.

- FERREIRA, A. J.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M.; LASMAR, O. Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a duas populações de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 378-384, 2006.
- GENEROSO, A. R.; FERNANDES, O. A. Criação de *Encarsia formosa* para o controle da mosca-branca. In: OLIVEIRA, J. E. M. *Agentes de controle biológico: metodologias de criação, multiplicação e uso*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 141-149.
- LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, R. N. C.; GUSMÃO, M. R. Selectivity of insecticides with and without mineral oil to *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae): a predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ceiba*, Tegucigalpa, v. 39, n. 1, p. 3-6, 1998.
- LEITE, M. I. S.; CARVALHO, G. A.; MAIA, J. B.; MAKIYAMA, L.; VILELA, M. Ação residual de inseticidas para larvas e adultos do predador *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763 (Coleoptera: Coccinellidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 275-282, 2010.
- LIU, T. X.; STANSLY, P. A. Effects of pyriproxyfen on three species of *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae), endoparasitoids of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 90, n. 2, p. 404-411, 1997.
- LOURENÇÃO, A. L.; FANCELLI, M.; COSTA, V. A.; RIBEIRO, N. C. Parasitismo de *Trialeurodes variabilis* (Quaintaince) (Hemiptera: Aleyrodidae) por *Encarsia hispida* De Santis (Hymenoptera: Aphelinidae), em mamoeiro, no Brasil. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 36, n. 1, p. 147-149, 2007.
- MEDEIROS, M. A. Parasitismo natural em ovos crisopídeos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 221-223, 2009.
- NAUEN, R.; EBBINGHAUS-KINTSCHER, U.; ELBERT, A.; JESCHKE, P.; TIETJEN, K. Acetylcholine receptors as sites for developing neonicotinoid insecticides. In: *Biochemical sites of insecticide action and resistance*. New York: Springer, 2001. p. 77-105.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; FREIRE, A. G. Sensibilidade do algodoeiro ao cloreto de mepiquat em condições salinas. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 484-492, 2012.

- OLIVEIRA, M. R. V.; AMANCIO, E.; LAUMANN, R. A.; GOMES, L. O. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 151-154, 2003.
- OZAWA, A.; SAITO, T.; IKEDA, F. Effects of pesticides on *Diglyphus isaea* (Walker) and *Dacnusa sibirica* Telenga, parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Burgess). *Journal of Applied Entomology and Zoology*, v. 42, n. 3, p.149-161, 1998.
- PEDIGO, L. P.; RICE, M. 2009. *Entomology and Pest Management*. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 688 p.
- PRABHAKER, N.; TOSCANO, N. C.; HENNEBERRY, T. J. Evaluation of insecticide rotations and mixtures as resistance management strategies for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 91, n. 4, p. 820-826, 1998.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.
- SUGIYAMA, K.; KATAYAMA, H.; SAITO, T. Effect of insecticides on the mortalities of three whitefly parasitoid species, *Eretmocerus mundus*, *Eretmocerus eremicus* and *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Applied Entomology and Zoology*, Tokyo, v. 46, n. 3, p. 311–317, 2011.
- SPENCER, C. I.; YUILL, K. H.; BORG, J. J.; HANCOX, J. C.; KOZLOWSKI, R. Z. Actions of pyrethroid insecticides on sodium currents, action potentials, and contractile rhythm in isolated mammalian ventricular myocytes and perfused hearts. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, v. 298, n. 3, p. 1067-1082, 2001.
- VIEIRA, S. S.; BOFF, M. I. C.; BUENO, A. F.; GOBBI, A. L.; LOBO, R. V.; BUENO, R. C. O. F. Efeitos dos inseticidas utilizados no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B e sua seletividade aos inimigos naturais na cultura da soja. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1809-1818, 2012.