



Relatório técnico da cooperação da Embrapa Algodão e Amipa Aprimoramento do manejo integrado de pragas do algodoeiro com ênfase para o controle biológico



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Algodão
Ministério da Agricultura e Pecuária

DOCUMENTOS 295

Relatório técnico da cooperação da Embrapa Algodão e Amipa Aprimoramento do manejo integrado de pragas do algodoeiro com ênfase para o controle biológico

Raul Porfirio de Almeida
Carlos Alberto Domingues da Silva
José Geraldo Di Stefano

Embrapa Algodão
Campina Grande, PB
2023

Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
58428-095, Campina Grande, PB
Fone: (83) 3182 4300
www.embrapa.br/algodao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Daniel da Silva Ferreira

Secretária-executiva
Magna Maria Macedo Nunes Costa

Membros
Francisco José Correia Farias, Geraldo Fernandes de Sousa Filho, Luiz Paulo de Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Rita de Cássia Cunha Saboya

Supervisão editorial
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Revisão de texto
Marcela Bravo Esteves

Normalização bibliográfica
Enyomara Lourenço Silva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Fotos da capa

1ª edição

Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Algodão

Almeida, Raul Porfírio de.

Relatório técnico da cooperação Embrapa Algodão e Amipa – aprimoramento do manejo integrado de pragas do algodoeiro com ênfase para o controle biológico / Raul Porfírio de Almeida, Carlos Alberto Domingues da Silva, José Geraldo Di Stefano. – Campina Grande : Embrapa Algodão, 2023.

PDF (29 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Algodão, e-ISSN 2966-0343 ; 295).

1. Algodão. 2. Inseto. 3. Inimigo natural. 4. Bicudo do algodoeiro. 5. Manejo integrado. 6. Praga. 7. Entomologia. I. Silva, Carlos Alberto Domingues da. II. Di Stefano, José Geraldo. III. Embrapa Algodão. IV. Título. V. Série.

Autores

Raul Porfirio de Almeida

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Production Ecology and Resource Conservation / Entomology, supervisor e coordenador do Projeto de Cooperação Embrapa Algodão / Amipa, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

Carlos Alberto Domingues da Silva

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

José Geraldo Di Stefano

Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Desenvolvimento Sustentável, analista da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

Apresentação

Com o advento das tecnologias modernas, a agricultura brasileira tem atingido níveis de produção recorde no cenário nacional, graças ao elevado número de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa.

O sucesso da cultura do algodoeiro é um exemplo da soma de esforços conjuntos das instituições de pesquisas que, desde a década de 1980, com a entrada do bicudo-do-algodoeiro no Brasil, vêm trazendo soluções para o sistema de produção agrícola, destacando-se o manejo integrado de pragas (MIP).

Ao mesmo tempo, como parte primordial do MIP, cujo objetivo é promover e estabelecer uma produção sustentável no agroecossistema algodoeiro, o controle biológico tem sido exaustivamente pesquisado, trazendo soluções ecologicamente viáveis para o meio ambiente.

Avanços tecnológicos na utilização de inimigos naturais, a exemplo do uso de drones na lavoura, têm possibilitado um alcance jamais atingido na agricultura brasileira, ressaltando-se que, ainda há muito por ser feito para que todas as regiões brasileiras sejam beneficiadas. Estudos relativos à produção e à qualidade de parasitoides e predadores, entre outros, precisam ser ampliados e implementados, como etapa de grande importância para o sucesso na aplicação de insumos biológicos.

Esta publicação descreve os aspectos metodológicos das atividades desenvolvidas e os resultados obtidos no projeto de cooperação técnica e financeira entre a Embrapa Algodão e a Amipa, conduzidos no período 2021/2022, concernentes aos principais agentes de controle biológico da cotonicultura brasileira e ao bicudo-do-algodoeiro. O projeto teve suas atividades desenvolvidas relacionadas a produção, controle de qualidade e seletividade de

inimigos naturais e ao monitoramento do bicudo quanto à eficiência de inseticidas, numa visão estratégica para aprimoramento do manejo integrado de pragas e, principalmente, do controle biológico de artrópodes.

Esta publicação está relacionada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 12 (Consumo e produção responsáveis).

Nair Helena Castro Arriel
Chefe-Geral da Embrapa Algodão

Sumário

Introdução	9
Resultados de pesquisa	10
Solução para Inovação 1 – Tecnologia de produção de inimigos naturais-chave de pragas do algodoeiro	10
Atividade 1.1 – Produção de <i>Jaliscoa</i> (= <i>Catolaccus</i>) <i>grandis</i> e de <i>Bracon vulgaris</i> (Hymenoptera), Parasitoides do Bicudo-do-Algodoeiro	10
Atividade 1.2 – Controle de Qualidade de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Parasitoide de Lepidópteros-Praga do Algodoeiro.....	12
Atividade 1.3 – Controle de Qualidade de <i>Jaliscoa</i> (= <i>Catolaccus</i>) <i>grandis</i> e de <i>Bracon vulgaris</i> (Hymenoptera), Parasitoides do Bicudo-do-Algodoeiro	14
Atividade 1.4 – Controle de Qualidade de <i>Chrysoperla externa</i> (Neuroptera: Chrysopidae), Predador de Insetos-Praga do Algodoeiro ..	15
Solução para Inovação 2 – Efeito de inseticidas sobre inimigos naturais e bicudo-do-algodoeiro.....	17

Atividade 2.1 – Seletividade de Inseticidas à <i>Chrysopela externa</i> (Neuroptera: Chrysopidae), Predador Generalista de Pragas do Aalgodoeiro	17
Atividade 2.2 – Seletividade de Inseticidas a <i>Euborellia annulipes</i> (Dermaptera: Anisolabididae), Predador do Bicudo-do-Algodoeiro ..	19
Atividade 2.3 – Seletividade de Inseticidas à <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Parasitoide de Lepidópteros- Praga do Algodoeiro).....	21
Atividade 2.4 – Seletividade de Inseticidas a <i>Jaliscoa</i> (= <i>Catolaccus</i>) <i>grandis</i> (Hymenoptera: Pteromalidae), Parasitoide do Bicudo-do- Algodoeiro)	22
Atividade 2.5 – Seletividade de Inseticidas a <i>Bracon vulgaris</i> (Hymenoptera: Braconidae), Parasitoide do Bicudo-do-Algodoeiro ..	24
Atividade 2.6 – Monitoramento da Eficiência do Controle Químico do Bicudo-do-Algodoeiro	26
Referências	27

Introdução

Esta publicação refere-se ao acordo de cooperação técnica e financeira¹, celebrado entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por intermédio da Embrapa Algodão, e a Associação Mineira dos Produtores de Algodão (Amipa) (SAIC nº 20100.21/0008-5) e apropriado no Sistema Embrapa de Gestão (SEG nº 20.21.00.060.00.00), intitulado Aprimoramento do Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro com Ênfase para o Controle Biológico.

Neste relatório, são apresentados os resultados de atividades realizadas conforme as seguintes Soluções para Inovação (SI) estabelecidas: SI1 – Tecnologia de produção de inimigos naturais-chave de pragas do algodoeiro; SI2 – Efeito de inseticidas sobre inimigos naturais e bicudo-do-algodoeiro.

Na SI1 foram desenvolvidas quatro atividades cujo resultado (Ativo tecnológico) foi gerar “processos para produção dos inimigos naturais *Jaliscoa* (= *Catolaccus*) *grandis*, *Bracon vulgaris*, *Trichogramma pretiosum* e *Chrysoperla externa*, visando ao aprimoramento da tecnologia para utilização em cultivos de algodoeiro. Na SI2 foram desenvolvidas seis atividades em que o resultado (Ativo Pré-tecnológico) foi gerar “Bancos de dados organizados e disponibilizados de inseticidas utilizados na cotonicultura, com informações da mortalidade (Concentração Letal - CL50) dos inimigos naturais (*J. grandis*, *B. vulgaris*, *T. pretiosum*, *C. externa* e *Euborellia annulipes*) e do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), em diferentes fases do desenvolvimento — ovo, larval e de adulto”.

Os trabalhos foram desenvolvidos no laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB, durante o período de fevereiro de 2021 a dezembro de 2022, sendo elaborados e entregues à Amipa três relatórios parciais e um relatório final (Embrapa Algodão, 2022), como parte do cumprimento das exigências da cooperação técnica.

¹Os recursos financeiros para custeio das ações deste Acordo de Cooperação Técnica, foram provenientes da Amipa, por intermédio do Fundo Algodinas.

Resultados de pesquisa

Solução para Inovação 1 – Tecnologia de produção de inimigos naturais-chave de pragas do algodoeiro

Este ativo tecnológico foi desenvolvido para viabilizar a tecnologia de produção massal dos parasitoides do bicudo-do-algodoeiro – *Jaliscoa* (= *Catolaccus*) *grandis* e *Bracon vulgaris* – em condições de laboratório, para liberação em larga escala no campo. A qualidade dos parasitoides *J. grandis* (linhagem Bv-CNPA-001) e *B. vulgaris* (linhagem Cg-CNPA-001), depositados na coleção da Embrapa Algodão, e de *Trichogramma pretiosum* (linhagem Amipa) e do predador *Chrysoperla externa* (linhagem Amipa), foi determinada.

Essa tecnologia foi desenvolvida, principalmente, para utilização (direta) em programas de controle biológico aplicado do bicudo-do-algodoeiro e/ou pela incorporação (indireta) dessa tecnologia às táticas de manejo integrado de pragas do algodoeiro. Foram também desenvolvidos protocolos de controle de qualidade para avaliação desses inimigos naturais nos laboratórios da Amipa, com a finalidade de assegurar sua eficácia contra os insetos-praga do algodoeiro. São beneficiados desse ativo a Associação Mineira dos Produtores de Algodão (Amipa) e os cotonicultores associados à Amipa.

Atividade 1.1 – Produção de *Jaliscoa* (= *Catolaccus*) *grandis* e de *Bracon vulgaris* (Hymenoptera), Parasitoides do Bicudo-do-Algodoeiro

Responsável: Raul Porfirio de Almeida

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"W. O estudo foi realizado sob condições controladas de temperatura ($25,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar ($70,0 \pm 5,0\%$). Nesse trabalho, foi elaborado um protocolo de criação massal dos parasitoides *C. grandis* e *B. vulgaris*, utilizando-se critérios/requisitos essenciais para sua produção sobre seu hospedeiro natural, o bicudo-do-algodoeiro.

O bicudo foi multiplicado em dieta artificial (Monnerat et al., 2000, 2002; Schmidt et al., 2001) e suas larvas foram oferecidas aos parasitoides em

diferentes densidades, para se definir a melhor proporção entre parasitoides e o hospedeiro. A criação/multiplicação desses parasitoides foi descrita, levando-se em consideração as condições bióticas e abióticas adequadas para os parasitoides e seu hospedeiro. Para elaboração do protocolo de produção de *J. grandis* e *B. vulgaris*, foram avaliadas diferentes variáveis (número de larvas parasitadas, número de ovos/larva, número de ovos/dia, número de ovos/fêmea, percentual de emergência dos adultos, -número de parasitoides emergidos/larva e razão sexual).

Foram avaliados também o ciclo biológico e a longevidade de machos e fêmeas. Na condução do estudo, foram utilizados recipientes de plástico (gaiolas) com capacidade de 1.800 mL e 2.000 mL, respectivamente, para *J. grandis* e *B. vulgaris*. Cada gaiola recebeu gotas de mel puro (100%) para alimentação dos parasitoides, água destilada e uma cartela confeccionada com parafilme, com larvas do bicudo do 3º ínstar (Ramalho et al., 1998; 2011; 2015).

As avaliações foram realizadas durante o período reprodutivo dos parasitoides. Na análise estatística dos dados, utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro e sete tratamentos, respectivamente para *J. grandis* e *B. vulgaris*. Os tratamentos foram compostos por diferentes proporções (hospedeiro: parasitoide): 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 larvas do bicudo para dez casais de *J. grandis*; e 5, 10, 15 e 20 larvas do bicudo para dez casais de *B. vulgaris*. Para comparação das médias dos dados obtidos, foi utilizado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Gráficos de linhas de tendência foram elaborados, sendo determinadas equações de regressão e respectivos coeficientes de determinação (R^2). Para análise da melhor equação, foi realizada análise de variância para regressão polinomial ($p \leq 0,05$). As principais características detectadas para criação e multiplicação dos parasitoides em larvas do bicudo-do-algodoeiro foram a capacidade de postura (fecundidade), a taxa de emergência e a razão sexual.

Nessa atividade, determinou-se também uma necessidade de reposição de parasitoides nas gaiolas, com a remoção de indivíduos mortos e introdução de indivíduos vivos, visando manter a densidade ideal estimada entre os parasitoides estudados e seu hospedeiro, de modo a assegurar maiores taxas de postura de ovos e de emergência de adultos (sobrevivência).

Um relatório técnico com a descrição metodológica da criação, infraestrutura de produção e protocolos de criação do hospedeiro e de seus parasitoides foi preparado e entregue à Amipa. Registros fotográficos também foram feitos e a tecnologia gerada disponibilizada. Por fim, um fluxograma de produção in vivo de *J. grandis* e *B. vulgaris*, contendo todas as etapas necessárias para criação desses parasitoides foi preparado, incluindo-se a etapa de avaliação da qualidade dos parasitoides.

Atividade 1.2 – Controle de Qualidade de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Parasitoide de Lepidópteros-Praga do Algodoeiro

Responsável: Raul Porfirio de Almeida

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"W. O estudo foi realizado sob condições controladas de temperatura ($25,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar ($70,0 \pm 5,0\%$).

Neste estudo, foi desenvolvido um protocolo para avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum*, sob condições de laboratório. Foram avaliadas as seguintes variáveis: longevidade; ciclo biológico; fecundidade; taxa de emergência; razão sexual; deformidade de insetos; tamanho do inseto e capacidade de voo (Prezotti et al., 2002; Almeida, 2020b), assim como o tamanho (ideal) das amostras (número de repetições) mais representativo para análise do controle da qualidade de *T. pretiosum*.

Insetos adultos emergidos em tubos de ensaios (15 cm de comprimento x 1,5 cm de diâmetro) e alimentados com mel puro (100%) foram deixados para cópula por um período de 24h. Fêmeas acasaladas previamente foram colocadas em tubos de ensaio (7,5 cm de comprimento x 1,2 cm diâmetro) para formar 25 repetições apenas com fêmeas e outros 25 tubos com fêmeas e machos para garantir, neste segundo caso, que a progênie gere fêmeas (fêmeas não acasaladas não geram fêmeas). Todos os tubos receberam uma gota de mel puro para garantir a sobrevivência normal do inseto. Para postura das fêmeas de *T. pretiosum*, foi utilizado um cartão por tubo de ensaio, com área de $0,30 \text{ mm}^2$ (0,6 mm x 0,5 mm), com aproximadamente 165 ovos de *Corcyra cephalonica* (hospedeiro alternativo cedido pela Amipa) não parasitados e esterilizados com lâmpada ultravioleta (UV).

Na análise de todas as variáveis, utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Gráficos da linha de tendência (linear ou polinomial) das variáveis foram elaborados, assim como determinadas as equações que melhor se adequaram às variáveis estudadas.

De modo geral, fêmeas ou fêmeas + machos foram igualmente adequadas para avaliação de *T. pretiosum*; amostras a partir de cinco repetições foram adequadas para avaliação da longevidade; o primeiro dia de postura, em geral, foi o mais representativo para avaliação das variáveis. Os resultados em função do sexo de adultos (fêmea e macho) não diferiram entre si, e o número de indivíduos coletados de *T. pretiosum* não foi alterado em função do comportamento de voo ou tamanho da amostra.

As variáveis longevidade, fecundidade; taxa de emergência; ciclo biológico; razão sexual; deformidade de insetos e o comportamento de voo foram as mais adequadas para garantir uma avaliação precisa da qualidade de *T. pretiosum* produzido em biofábricas. Assim, e com base nessas variáveis, foi elaborado o protocolo com objetivo de padronizar os critérios de avaliação da qualidade de *T. pretiosum* produzido em condições de laboratório.

Foram estabelecidas três etapas no protocolo de avaliação para subsidiar a emissão de Laudo Técnico da Avaliação da Qualidade de *T. pretiosum*. Na etapa planilha, foram definidas quatro variáveis para avaliação da qualidade – parasitismo, emergência, razão sexual e deformidade; na segunda três – longevidade, fecundidade e ciclo biológico e; na terceira uma – comportamento de voo. Para cada uma das variáveis estudadas, foram estabelecidos “valores de referência” da performance do parasitoide para embasamento do laudo técnico, conforme três categorias: 1. Alta qualidade (não há necessidade de ajustes na criação); 2. Mediana qualidade (há necessidade de averiguação/tomadas de medidas de ajustes) e; 3. Baixa qualidade (a criação deve ser renovada).

Atividade 1.3 – Controle de Qualidade de *Jaliscoa* (= *Catolaccus*) *grandis* e de *Bracon vulgaris* (Hymenoptera), Parasitoides do Bicudo-do-Algodoeiro

Responsável: Raul Porfirio de Almeida

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"W. O estudo foi realizado sob condições controladas de temperatura ($25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$) e umidade relativa do ar ($70,0 \pm 5,0\%$).

Neste trabalho foi desenvolvido um protocolo para avaliação da qualidade dos parasitoides *J. grandis* e de *B. vulgaris*, criados em laboratório, com o objetivo de orientar a rotina de avaliação dos parasitoides. Foram avaliadas as seguintes variáveis para ambas espécies: número de ovos do parasitoide por larva do bicudo; número de ovos do parasitoide por dia; capacidade de parasitismo (%); número de ovos por fêmea; número de indivíduos do parasitoide emergidos por larva de bicudo; ciclo biológico; viabilidade ovo-adulto; razão sexual e longevidade de adultos. O tamanho da amostra para avaliação da qualidade foi analisado para ambas as espécies.

Na condução do experimento, dez casais de *B. vulgaris* e de *J. grandis* foram transferidos e mantidos em recipientes de plástico (gaiolas) com capacidade de 1.800 mL e de 2.000 mL, respectivamente. Cada gaiola recebeu em sua parede gotas de mel puro (100%) e uma cartela de parafilme, com 10 e 25 celas, respectivamente, para *B. vulgaris* e *J. grandis*. As avaliações foram realizadas diariamente e as cartelas de parafilme trocadas nesse mesmo intervalo de tempo, durante a fase reprodutiva dos parasitoides.

No que se refere ao parasitismo, foi colocada, em cada cartela confeccionada com parafilme, uma única larva de 3º ínstar do bicudo por cela (Ramalho et al., 1998; 2011). Gráficos de linhas de tendência foram elaborados, sendo determinadas equações de regressão e respectivos coeficientes de determinação (R^2). Para análise estatística dos dados, utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com seis e sete tratamentos, respectivamente, para os parasitoides *B. vulgaris* e *C. granids*.

Utilizou-se análise de regressão e, na comparação das médias dos dados obtidos, foi utilizado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Com base nos resultados

obtidos, ficou definido que as variáveis mais consistentes para avaliação da qualidade de *B. vulgaris* e de *J. grandis* foram: número de ovos do parasitoide por larva do bicudo; capacidade de parasitismo; ciclo biológico; viabilidade ovo-adulto e; razão sexual.

Os dados coletados foram inseridos em planilhas previamente elaboradas para determinação dos resultados (índices) e emissão do laudo técnico como parte dos protocolos de avaliação da qualidade de *B. vulgaris* e *J. grandis*. Para cada uma das variáveis estudadas, foram estabelecidos "Valores de Referência" da performance dos parasitoides destinados a embasar o laudo técnico, conforme três categorias: 1. Alta qualidade (não há necessidade de ajustes na criação); 2. Mediana qualidade (há necessidade de averiguação e tomadas de medidas de ajustes) e; 3. Baixa qualidade (a criação deve ser renovada).

Atividade 1.4 – Controle de Qualidade de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), Predador de Insetos-Praga do Algodoeiro

Responsável: Raul Porfírio de Almeida

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"W.

O estudo foi realizado sob condições controladas de temperatura ($25,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar ($70,0 \pm 5,0\%$). Neste trabalho foi desenvolvido um protocolo para avaliação da qualidade de *C. externa*, sob condições de laboratório, com o objetivo de orientar a rotina de avaliação desse predador. Ovos e larvas de *C. externa* foram obtidas de criação em laboratório (Almeida, 2020a). Na condução dos bioensaios, o hospedeiro alternativo para alimentação de *C. externa* foi *C. cephalonica*, cedido pela Amipa.

Foram realizados seis bioensaios: Bioensaio B1 - Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica*; Bioensaio B2 - Produção de *Chrysoperla externa* a partir de ovos; Bioensaio B3 - Produção de *Chrysoperla externa* a partir de ovos e larvas; Bioensaio B4 - Fecundidade de adultos de *Chrysoperla externa*; Bioensaio B5 - Efeito da quantidade de ovos na produção de *Chrysoperla externa*; Bioensaio B6 - Capacidade de consumo de ovos de *Corcyra cephalonica* por *Chrysoperla externa*.

O B1 foi realizado a partir de 100 ovos, sendo avaliadas oito variáveis – período embrionário; períodos larvais 1, 2 e 3; período larval total; fases pré-pupal e pupal e período ovo-emergência do adulto; o B2 foi constituído por três tratamentos e 30 repetições, sendo avaliadas sete variáveis – Viabilidade (%) do período embrionário-larval, pré-pupal, pupal e do período ovo-emergência do adulto; número de pupas por tubete; número de casulos predados por tubete e número de indivíduos emergidos por tubete; o B3 foi constituído por quatro tratamentos e 30 repetições, sendo avaliadas as mesmas variáveis que o B2, acrescentando-se a variável peso pupal (g); o B4 foi constituído por dois tratamentos e dez repetições, sendo a variável analisada o número de ovos postos; o B5 foi constituído por cinco tratamentos e dez repetições, sendo avaliadas as mesmas variáveis do B3, exceto a variável número de pupas por tubete; o B6 foi constituído por três tratamentos e 49 repetições, sendo a variável o número de ovos de *C. cephalonica* consumidos por *C. externa*.

Na análise dos dados, foram utilizados o seguinte: B1 - análises de médias \pm E.P., intervalo de variação e viabilidade (%); B2, B3, B4 e B6 - utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Com base nos resultados obtidos, ficou definido que as variáveis mais adequadas para avaliação da qualidade de *C. externa* foram: (1) peso de casulos (g); (2) viabilidade ovo-adulto (%); (3) capacidade de predação (ovos/predador) e; (4) capacidade reprodutiva de fêmeas (ovos/dia).

A primeira e a segunda variáveis são medidas a partir de seis ovos (Unidade de avaliação = UA) / tubete (4,0 cm de diâmetro x 7,5 cm de altura); a terceira variável é medida a partir de um indivíduo (UA) / tubo de ensaio (7,5 cm de comprimento x 1,2 cm diâmetro); e a quarta variável é medida em gaiolas de criação (UA) (25 x 25 cm) com 230 indivíduos.

Os dados coletados foram inseridos em planilhas previamente elaboradas para determinação dos resultados (índices) e para emissão do laudo técnico como parte do protocolo de avaliação da qualidade de *C. externa*. Para cada uma das variáveis estudadas, foram estabelecidos “Valores de Referência” da performance dos parasitoides para embasamento do laudo técnico, conforme três categorias: 1. Alta qualidade (não há necessidade de ajustes na criação); 2. Mediana qualidade (há necessidade de averiguação/tomadas de medidas de ajustes) e; 3. Baixa qualidade (a criação deve ser renovada).

Solução para Inovação 2 – Efeito de inseticidas sobre inimigos naturais e bicudo-do-algodoeiro

Este ativo pré-tecnológico teve por objetivo organizar/disponibilizar um banco de dados sobre o efeito deletério de inseticidas nos parasitoides *Jaliscoa* (= *Catolaccus*) *grandis* (linhagem “Bv-CNPA-001”), *Bracon vulgaris* (linhagem “Cg-CNPA-001”), ambas depositadas na coleção da Embrapa Algodão e *Trichogramma pretiosum* (Linhagem Amipa) e nos predadores, *Chrysoperla externa* (Linhagem Amipa) e *Euborellia annulipes* (Linhagem UEPB/Campus de Areia), assim como avaliar a possibilidade de existência de populações de bicudo-do-algodoeiro resistentes a esses produtos químicos.

Foram testados inseticidas de diferentes grupos químicos, comumente utilizados em lavouras de algodoeiro no estado de Minas Gerais para controlar o bicudo-do-algodoeiro. As informações disponibilizadas nesse banco de dados são importantes porque podem orientar a escolha do cotonicultor mineiro por inseticidas químicos eficientes contra o bicudo e ao mesmo tempo seletivos aos inimigos naturais. Portanto, essa racionalização no uso desses produtos químicos pode contribuir para o aprimoramento do manejo integrado de pragas (MIP) do algodão por meio da redução dos efeitos deletérios desses químicos sobre os inimigos naturais, favorecendo o uso das estratégias de controle biológico, ambientalmente preferíveis. São beneficiados deste ativo a Associação Mineira dos Produtores de Algodão (Amipa) e os cotonicultores associados à Amipa.

Atividade 2.1 – Seletividade de Inseticidas à *Chrysopela externa* (Neuroptera: Chrysopidae), Predador Generalista de Pragas do Algodoeiro

Responsável: Raul Porfírio de Almeida

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50”S e longitude 35°52'52”W. Na realização dos bioensaios, foram utilizados insetos criados e multiplicados no laboratório. De modo a avaliar a seletividade de inseticidas de diferentes grupos químicos utilizados na região produtora de algodão no Estado de Minas Gerais, foram testados os seguintes ingredientes ativos: fipronil (80 g i.a./ha); imidacloprido (70 g i.a./ha); carbossulfano (160 mL i.a./ha); tiamethoxam

(50 g i.a./ha); abamectina (10,8 g i.a./ha); triflumuron (38,4 mL i.a./ha); malationa (2,0 L i.a./ha); flubendiamida (72 mL i.a./ha); diafentiurom (400 mL i.a./ha); *Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki*, linhagem HD-1 (22,4 g i.a./ha); diflubenzuron (15 g.i.a./ha); beta-ciflutrina (12,5 mL i.a./ha) e testemunha, com aplicação de água destilada.

A aplicação dos inseticidas em ovos de *C. externa* foi realizada por imersão em 20 µL do ingrediente ativo em placas de Petri (4,0 cm x 2,0 cm). Foram utilizados ovos de terceiro dia individualizados em tubo de ensaio (7,5 cm x 1,2 cm) após o tratamento com os inseticidas e água destilada. A ação de contato dos inseticidas sobre larvas do crisopídeo foi realizada por meio da sua contaminação tarsal ao caminhar sobre as paredes internas de tubos de ensaios (10 cm x 1,2 cm) impregnados com esses produtos, após serem deixados para secar por duas horas. As larvas de *C. externa* foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton), cedidos pela Amipa, durante todo o período da pesquisa. Os testes de seletividade foram realizados com ovos (ação ovicida = bioensaio 1) e larvas (ação larvicida = bioensaio 2) de *C. externa*.

Neste estudo se avaliou a viabilidade do período embrionário, viabilidade e duração das larvas de 1º ínstar, alimentadas com ovos de *C. cephalonica*. Foi avaliada a mortalidade e determinada a concentração letal (CL₅₀), calculada pelo método Probit (Finney, 1964). Foram consideradas mortas as larvas sem quaisquer movimentos quando tocadas com pincel de cerda macia. Para análise dos dados, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A mortalidade das larvas foi corrigida pela fórmula de Abbott (1925). A seletividade foi classificada de acordo com as classes da IOBC (Hassan et al., 1987). Quanto ao bioensaio 1, foram classificados como inócuos a maioria dos inseticidas (*B. thuringiensis*, diafentiurom, triflumuron, flubendiamida, fipronil, tiametoxam, imidacloprido e abamectina). Malationa e carbossulfano foram considerados levemente inócuos.

Em relação ao bioensaio 2, três inseticidas foram classificados como inócuos (*B. thuringiensis*, diafentiurom e abamectina), dois foram levemente inócuos (triflumuron e imidacloprido) e três moderadamente inócuos (flubendiamida, fipronil e carbossulfano). Tiametoxam e malationa foram classificados como

nocivos, portanto, não seletivos. As maiores CL_{50} foram obtidas nos princípios ativos *B. thuringiensis* e diafentiurom, com valores acima das doses recomendadas para os respectivos produtos. Malationa foi considerado um princípio ativo altamente letal, com mortalidade de 100% das larvas de *C. externa*.

Atividade 2.2 – Seletividade de Inseticidas a *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisoblabididae), Predador do Bicudo-do-Algodoeiro

Responsável: Carlos Alberto Domingues da Silva

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"W. Para realização dos bioensaios, larvas do bicudo-do-algodoeiro (*A. Grandis*) e da tesourinha predadora (*E. Annulipes*) foram obtidas, respectivamente, da criação estoque mantida no referido laboratório.

O bicudo e a tesourinha foram criados, respectivamente, com dieta artificial conforme Monnerat et al. (2000) e Lemos et al. (1998). Casais desse predador foram mantidos em recipientes de plástico (Lemos et al., 1998) em B.O.D. a uma temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas, até a postura dos ovos. As fêmeas de *E. annulipes* foram individualizadas com seus ovos até a eclosão das ninfas e início dos bioensaios. Isso foi feito para evitar o canibalismo por parte dos machos (Jacobs; Stigall, 2019). Foram feitos testes de toxicidade residual de contato utilizando-se adultos com 3-4 dias de idade. Com essa finalidade, foi determinada a concentração letal para causar mortalidade em 50% nas populações da tesourinha e a eficácia dos inseticidas em causar mortalidade do predador.

Os bioensaios de concentração letal foram realizados usando placas de Petri plásticas (transparentes) (5,0 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura) contendo uma folha de algodão tratada com inseticida e cortada no mesmo diâmetro da placa, para cobrir por completo a superfície interna da base da placa, forçando a exposição contínua ao inseticida. Cada placa de Petri recebeu uma larva de 2º instar de *E. annulipes*. Foi fornecida para cada tesourinha uma larva de segundo instar do bicudo-do-algodoeiro, como alimento durante a exposição de contato com o inseticida no bioensaio de concentração-mortalidade. Dezesesseis repetições foram usadas para cada concentração de inseticida e, pelo menos, quatro concentrações de inseticida – além da testemunha, na

qual apenas água destilada foi usada – foram usadas para estabelecer as curvas de concentração letal.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As concentrações utilizadas variaram com o inseticida, mas para cada inseticida foram realizadas três diluições seriadas (10^{-1} ; 10^{-2} e 10^{-3}), além da maior dose, equivalente àquela recomendada pelo fabricante para combater o bicudo. Para determinar a eficácia dos inseticidas, foram utilizados os dados de mortalidade da tesourinha exposta à maior dose das diluições seriadas.

Os inseticidas utilizados foram os seguintes: tiamethoxam (3 mg/mL H_2O); flubendiamida (1 mL/667 mL H_2O); imidacloprido (1 mg/mL H_2O); malationa (2 mL/ 100 mL H_2O); *Bacillus thuringiensis* (0,025 mL/mL H_2O) e água destilada (testemunha). Foi oferecida, diariamente, uma larva de segundo ínstar para cada ninfa de primeiro ínstar de *E. annulipes*. Os discos de folhas de algodoeiro foram imersos na suspensão inseticida e deixados para secar por 30 min antes de serem transferidos para as placas de Petri e entrarem em contato com as tesourinhas.

No dia seguinte, os discos de folhas de algodoeiro tratados com inseticida foram substituídos por discos não tratados até o término das observações. As avaliações foram realizadas diariamente durante 10 dias, sempre às 9 horas, registrando-se o número de ninfas da tesourinha mortas por tratamento. A concentração letal para causar mortalidade em 50% da população (CL_{50}) de ninfas de 1º ínstar de *E. annulipes* foi calculada pelo método Probit (Finney, 1964) e as médias das porcentagens de mortalidade corrigidas por Abbott (1925). Os dados de mortalidade das tesourinhas no teste de eficácia foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A maior concentração letal foi observada no princípio ativo *B. thuringiensis*, seguido por flubendiamida, e a menor no malationa, seguido pelo imidacloprido. Entre os inseticidas testados, o malationa e o imidacloprido se mostraram pouco seletivos a *E. annulipes*, enquanto o inseticida microbiano à base de *B. thuringiensis* foi o menos tóxico e, portanto, o mais seletivo à tesourinha. De acordo com os resultados obtidos, o inseticida microbiano à base de *Bt* e flubendiamida são os mais seletivos contra a tesourinha *E. annulipes* e, portanto, devem ser usados preferencialmente contra os artrópodes-praga do algodoeiro, se comparado aos demais produtos testados.

Atividade 2.3 – Seletividade de Inseticidas à *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Parasitoide de Lepidópteros-Praga do Algodoeiro)

Responsável: Raul Porfírio de Almeida

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"W. Os bioensaios foram realizados sob condições controladas de temperatura ($25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$) e umidade relativa do ar ($70,0 \pm 5,0\%$). Para realização dos bioensaios, *Trichogramma pretiosum* foi obtido da biofábrica da Associação Mineira de Produtores de Algodão (Amipa). A fim de avaliar a seletividade, foram testados inseticidas de diferentes grupos químicos utilizados na região produtora de algodão no Estado de Minas Gerais.

Os ingredientes ativos testados foram: carbosulfano (400 mL/200 L H₂O); triflumuron (80 mL/200 L H₂O); beta-ciflutrina (100 mL/100 L H₂O); diafentiurom (800 mL/150 L H₂O); malationa (2,0 L/100 L H₂O); flubendiamida (150 mL/100 L H₂O); diflubenzuron (60 g/ 150 L H₂O); abamectina (0,5 L/40 L H₂O); tiame-toxam (200 g/100L H₂O); imidaclorido (100 g/200 L H₂O) e; *B. thuringiensis* (700 g/200 L H₂O) e testemunha com aplicação de água destilada.

Na realização do estudo, foram utilizadas fêmeas adultas emergidas em laboratório. Com a emergência dos adultos, machos e fêmeas foram deixadas por um período de 24 h em tubos de ensaios (15 cm de comprimento x 1,5 cm de diâmetro) para cópula, alimentados com mel 100% puro. Após esse período, as fêmeas foram coletadas e individualizadas em tubos de ensaio (7,5 cm de comprimento x 1,2 cm diâmetro), também providos com mel. Em cada tubo de ensaio, um cartão com área de 0,30 mm² (0,6 mm x 0,5 mm), com aproximadamente 165 ovos de *C. cephalonica*, não parasitado e esterilizado com lâmpada ultravioleta (UV), foi disponibilizado para oviposição. Os cartões foram confeccionados com ficha pautada de papel e fita adesiva dupla face e fornecidos por um período de 24 horas para o parasitismo das fêmeas de *T. pretiosum*.

O sucesso do parasitismo foi confirmado após a mudança da coloração natural dos ovos do hospedeiro alternativo para a coloração preta, normalmente entre o terceiro e o quarto dia após a postura. Em seguida as fêmeas foram

retiradas dos tubos de ensaio e os cartões foram tratados com inseticidas por imersão (aprox. 5 segundos) para posteriormente serem deixados para secar por um período de duas horas e reintroduzidos nos tubos.

O efeito dos inseticidas foi avaliado sobre *T. pretiosum*, pela ação de contato dos inseticidas após o parasitismo (bioensaio 1) e antes do parasitismo (bioensaio 2). Os adultos foram avaliados quanto à mortalidade cinco dias após o tratamento, e os ovos em função da emergência de *T. pretiosum*. As variáveis foram: o número de ovos postos/fêmea em 24h; percentual de emergência de adultos (viabilidade), razão sexual e a deformação dos descendentes. A concentração letal (CL_{50}) foi calculada pelo método Probit (Finney, 1964). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com dez repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A mortalidade dos parasitoides foi corrigida pela fórmula de Abbott (1925). A seletividade foi classificada de acordo com as classes da IOBC (Hassan et al., 1987). Para o bioensaio 1, os inseticidas foram classificados como inócuos (carbosulfano, triflumuron, beta-ciflutrina, flubendiamida, diflubenzuron, abamectina, tiametroxam), levemente inócuos (diafentiurom e *B. thuringiensis*) e moderadamente inócuos (imidacloprido). O inseticida malationa foi considerado deletério, ou seja, não seletivo a *T. pretiosum*. No bioensaio 2, os inseticidas foram considerados inócuos (*B. thuringiensis*, diflubenzuron) e levemente inócuos (flubendiamida, beta-ciflutrina, diafentiurom, imidacloprido). Triflumuron e malationa foram considerados nocivos, portanto não seletivos à *T. pretiosum*. As maiores CL_{50} foram obtidas para os princípios ativos flubendiamida, *B. thuringiensis*, beta-ciflutrina, e imidacloprido, com valores acima das doses recomendadas para os respectivos produtos. Diflubenzuron não ocasionou mortalidade dos parasitoides, ao contrário do princípio ativo malationa, que foi considerado altamente letal, com mortalidade de 100% dos insetos adultos.

Atividade 2.4 – Seletividade de Inseticidas a *Jaliscoa (=Catolaccus) grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae), Parasitoide do Bicudo-do-Algodoeiro)

Responsável: Carlos Alberto Domingues da Silva

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude

35°52'52"W. Para realização dos bioensaios, espécimes de *J. grandis* foram obtidos da criação estoque do referido laboratório e mantidos a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase. Os adultos foram criados in vivo usando a técnica do parafilme (Cate, 1987) e as larvas do bicudo em dieta artificial (Monnerat et al., 2000). Para tanto foi determinada a concentração letal para causar mortalidade em 50% nas populações de *J. grandis* e a eficácia dos inseticidas em causar mortalidade desse parasitoide com base na dose recomendada pelo fabricante para controlar o bicudo.

Os bioensaios de concentração letal foram realizados usando frascos de vidro do tipo Mason de 500 mL (transparentes), tratados com 1 mL da suspensão inseticida. O frasco acoplado a um motor elétrico foi girado a 250 rpm por 10 s para espalhar homogeneamente o inseticida e cobrir por completo a superfície interna do frasco forçando a exposição contínua do parasitoide ao inseticida. Após rotacionados, os frascos foram deixados para secar por 15 horas e em seguida o bioensaio foi iniciado.

Cada frasco recebeu 10 adultos do parasitoide, os quais foram alimentados com gotas de mel pinceladas no tecido de *voile* que funcionou como tampa do frasco e água embebida em chumaço de algodão no bioensaio de concentração-mortalidade. Quatro repetições foram usadas para cada concentração de inseticida e pelo menos quatro concentrações de inseticida – além da testemunha na qual apenas água destilada foi usada – foram usadas para estabelecer as curvas de concentração letal.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As concentrações utilizadas variaram com o inseticida, mas, para cada inseticida, foram realizadas três diluições seriadas (10^{-1} ; 10^{-2} e 10^{-3}), além da maior dose, equivalente àquela recomendada pelo fabricante para combater o bicudo. De modo a determinar a eficácia dos inseticidas, utilizaram-se os dados de mortalidade do parasitoide *J. grandis* exposto à maior dose das diluições seriadas. Os inseticidas utilizados foram os seguintes: malationa (2 mL/100 mL de água); tiamethoxam (300 mg/100 mL de água); carbossulfano (2 mL/1000 mL de água); beta-ciflutrina (1 mL/1000 mL de água). As avaliações foram realizadas a cada três horas nas primeiras 24 horas e depois diariamente durante 9 dias, sempre às 9 horas, registrando-se o número de adultos do parasitoide mortos por tratamento. A concentração letal para causar mortalidade em 50% da população (CL_{50}) de adultos de *J. grandis* foi calculada pelo método Probit

(Finney, 1964) e as médias das porcentagens de mortalidade corrigidas por Abbott (1925). Os dados de mortalidade de *J. grandis* no teste de eficácia foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) de probabilidade.

As porcentagens de mortalidade de *J. grandis* expostos aos inseticidas malationa, tiametoxam, beta-ciflutrina e carbossulfano não diferiram entre os tratamentos e foram de 100%. Com exceção dos inseticidas malationa e tiametoxam, o carbossulfano foi mais eficiente se comparado ao inseticida beta-ciflutrina, pois apresentou a menor concentração letal para causar 50% de mortalidade em populações de *J. grandis*. Não foi possível determinar a CL_{50} para *J. grandis* após a exposição ao inseticida malationa e tiametoxam, pois a mortalidade de adultos desse parasitoide foi de 100% nas quatro concentrações testadas para ambos os inseticidas, o que indica que eles são mais letais e menos seletivos contra esse parasitoide que os demais inseticidas testados.

Atividade 2.5 – Seletividade de Inseticidas a *Bracon vulgaris* (Hymenoptera: Braconidae), Parasitoide do Bicudo-do-Algodoeiro

Responsável: Carlos Alberto Domingues da Silva

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"W. Para realização dos bioensaios, espécimes de *B. vulgaris* foram obtidos da criação estoque do referido laboratório e mantidos a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase. Os adultos foram criados in vivo usando a técnica do parafilme (Cate, 1987) e as larvas do bicudo em dieta artificial (Monnerat et al., 2000). Para tanto foi determinada a concentração letal para causar mortalidade em 50% nas populações de *B. vulgaris* e a eficácia dos inseticidas em causar mortalidade desse parasitoide com base na dose recomendada pelo fabricante para controlar o bicudo.

Os bioensaios de concentração letal foram realizados usando frascos de vidro do tipo Mason de 500 mL (transparentes), tratados com 1 mL da suspensão inseticida. O frasco acoplado a um motor elétrico foi girado a 250 rpm por 10 s para espalhar homogeneamente o inseticida e cobrir por completo a superfície interna do frasco, forçando a exposição contínua do parasitoide ao

inseticida. Após rotacionados, os frascos foram deixados para secar por 15 horas e, em seguida, o bioensaio foi iniciado. Cada frasco recebeu 10 adultos do parasitoide, os quais foram alimentados com gotas de mel pinçeladas no tecido de *voile*, que funcionou como tampa do frasco, e água embebida em chumaço de algodão no bioensaio de concentração-mortalidade. Quatro repetições foram usadas para cada concentração de inseticida e pelo menos quatro concentrações de inseticida – além da testemunha, na qual apenas água destilada foi usada – foram usadas para estabelecer as curvas de concentração letal.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As concentrações utilizadas variaram com o inseticida, mas, para cada inseticida, foram realizadas três diluições seriadas (10^{-1} ; 10^{-2} e 10^{-3}), além da maior dose, equivalente àquela recomendada pelo fabricante para combater o bicudo. De modo a determinar a eficácia dos inseticidas, utilizaram-se os dados de mortalidade do parasitoide *B. vulgaris* exposto à maior dose das diluições seriadas. Os inseticidas utilizados foram os seguintes: malationa (2 mL/100 mL H₂O); tiametoxam (300 mg/100 mL H₂O); carbossulfano (2 mL/1000 mL H₂O); betaciflutrina (1 mL/1000 mL H₂O). As avaliações foram realizadas a cada três horas nas primeiras 24 horas e depois diariamente durante 9 dias, sempre às 9 horas, registrando-se o número de adultos do parasitoide mortos por tratamento. A concentração letal para causar mortalidade em 50% da população (CL₅₀) de adultos de *B. vulgaris* foi calculada pelo método Probit (Finney, 1964), e as médias das porcentagens de mortalidade corrigidas por Abbott (1925). Os dados de mortalidade de *B. vulgaris* no teste de eficácia foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As porcentagens de mortalidade de *B. vulgaris* expostos aos inseticidas malationa, tiametoxam, betaciflutrina e carbossulfano não diferiram entre os tratamentos e foram superiores a 91%. Com exceção do malationa, o carbossulfano foi o mais eficiente, pois apresentou a menor concentração letal para causar 50% de mortalidade em populações de *B. vulgaris* se comparado aos inseticidas tiametoxam e betaciflutrina. Não foi possível determinar a CL₅₀ para *B. vulgaris* após a exposição ao inseticida malationa, o que indica que esse inseticida é o mais letal e menos seletivo contra esse parasitoide que os demais inseticidas testados, pois a mortalidade de adultos desse parasitoide foi de 100% nas quatro concentrações.

Atividade 2.6 – Monitoramento da Eficiência do Controle Químico do Bicudo-do-Algodoeiro

Responsável: Carlos Alberto Domingues da Silva

Esta atividade foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB – latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"W. Para realização dos bioensaios, botões florais com perfurações de oviposição causadas por bicudos, nos municípios mineiros de Coromandel, Varjão de Minas e Uberlândia, foram coletados e levados ao laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão.

No laboratório, os botões florais amostrados foram transferidos para uma gaiola telada (23 cm x 35 cm x 31 cm), permanecendo em temperatura ambiente até a emergência dos bicudos adultos. Os bioensaios foram realizados com adultos recém-emergidos com 2-4 dias de idade. Os inseticidas avaliados foram os seguintes: malationa (1.000 g i.a./L H₂O), tiametoxan (3 g i.a./L H₂O), beta-ciflutrina (125 g i.a./L H₂O), carbosulfano (400 g.i.a./L H₂O), fipronil (80 g i.a./L H₂O), e água destilada, usada como diluente. Esses inseticidas foram usados em suas taxas máximas de rótulo para uso em campo considerando um volume de calda de 100 L/ha. A mortalidade foi determinada por contaminação tarsal (contato) em função do tempo, utilizando-se placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) impregnadas com resíduos secos do inseticida, seguindo a metodologia de Yuan e Chambers (1998).

A mortalidade dos bicudos foi avaliada nas primeiras 12 horas a cada 4 horas e após 24 horas a cada 24 horas até que todos os insetos estivessem mortos. Os bicudos foram considerados mortos quando não se movimentavam após serem incomodados com um pincel fino de poucos pelos. A mortalidade dos bicudos após contaminação tarsal por 24 horas foi utilizada para determinar a eficácia de controle e aquelas ao longo do tempo (dias) para calcular a sua sobrevivência. Os dados de eficácia de mortalidade foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG) (Ribeiro Júnior, 2001). Os dados de mortalidade natural foram corrigidos de acordo com tratamento controle com água destilada (Abbott, 1925). De acordo com os resultados, os inseticidas com maior eficácia para causar mortalidade em populações do bicudo oriundas do município de Coromandel foram malationa, tiametoxam,

carbossulfano e fipronil e aquele com menor eficácia foi beta-ciflutrina, o que pode indicar que populações de bicudos de Coromandel apresentaram resistência ao beta-ciflutrina, pois a legislação brasileira exige que a eficácia seja de, no mínimo, 80% para selecionar uma potencial molécula inseticida (Brasil, 2004).

Portanto, é provável que as práticas de manejo utilizadas pela fazenda de Coromandel estejam contribuindo para o início da evolução da resistência do bicudo-do-algodoeiro ao beta-ciflutrina. Nas populações de bicudos oriundas dos municípios de Varjão de Minas e Uberlândia, todos os inseticidas testados apresentaram eficácia superior a 94%, incluindo beta-ciflutrina, o que indica que essas populações de bicudos são suscetíveis a esses inseticidas.

Referências

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.
- ALMEIDA, R. P. de. **Aspectos biológicos e etológicos de *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: Chrysopidae)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2020a. 19 p. (Embrapa Algodão. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 105).
- ALMEIDA, R. P. de. **Controle de qualidade na produção massal de *Trichogramma pretiosum*, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2020b. 48 p. (Embrapa Algodão). Documentos, 282).
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de protocolos para testes de eficácia de produtos desinfestantes**. Brasília, DF, 2004. 32 p.
- CATE, J. R. A method of rearing parasitoids of boll weevil without the host plant. **Southwestern Entomologists**, v. 12, p. 211-215, 1987.
- EMBRAPA ALGODÃO. **Relatório Técnico Final / Projeto: Aprimoramento do manejo integrado de pragas do algodoeiro com ênfase para o controle biológico**. Campina Grande, 2022. 217 p. (Embrapa / Associação Mineira de Produtores de Algodão. Cooperação técnica e financeira.).
- FINNEY, D. J. **Probit analysis: Statistical treatment of the sigmoid response curve**. 2nd ed. London: Cambridge University Press, 1964. 318 p.

HASSAN, S. A.; ALBERT, R.; BIGLER, F.; BLAISINGER, P.; BOGENSCHUTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CHIVERTON, P.; EDWARDS, P.; ENGLERT, W. D.; HUANG, P.; INGLESFIELD, C.; NATON, E.; OOMEN, P. A.; OVERMEER, W. P. J.; RIECKMANN, W.; SAMSØE-PETERSEN, L.; STAUBLI, A.; TUSET, J. J.; VIGGIANI, G.; VANWETSWINKEL, G. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/ WPRS – Working Group. "Pesticides and Beneficial Organisms". **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v. 103, p. 92-107, 1987.

JACOBS, A. C.; STIGALL, T. Paternity and egg cannibalism in the ringlegged earwig *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). **Entomological Science**, v. 22, p. 250-257, 2019.

LEMOS, W. P.; MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae), predador do bicudo-do-algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 1, p. 67-76, 1998.

MONNERAT, R. G.; DIAS, S. C.; OLIVEIRA NETO, O. B. de; NOBRE, S. D.; SILVA-WERNECK, J. O.; SÁ, M. F. G. de. **Criação massal do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* em laboratório**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 4 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado técnico, 46).

MONNERAT, R. G.; NOBRE, S. D. N.; OLIVEIRA NETO, O. B.; SCHMIDT, F. G. V.; DIAS, S.; LAUMAN, R.; SÁ, M. F. G. de; SUJII, E. R. **Parâmetros bionômicos do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*) criado em dieta artificial para a realização de bioensaios**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 22 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 29).

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P.; VENCOSKY, R.; CARLOS T. dos S.; DIAS, C. T. DOS S.; CRUZ, I.; CHAGAS, M. C. M. Teste de vôo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): adaptação de metodologia. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3. p. 411-417, 2002.

RAMALHO, F. S.; MALAQUIAS, J. B. O controle biológico do bicudo-do-algodoeiro. In: BELOT, J. L. **O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2015. p. 151-177.

RAMALHO, F. de S.; WANDERLEY, P. A.; MEZZOMO, J. A. Influência da temperatura na fecundidade e ataque de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera, Pteromalidae), parasitoide do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 42, n. 1/2, p. 71-78, 1998.

RAMALHO, F. S.; WANDERLEY, P. A.; MALAQUIAS, J. B.; FERNANDES, F. S.; NASCIMENTO, A. R. B.; ZANUNCIO, J. C. Effect of temperature on the reproduction of *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the cotton boll weevil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 3, p. 1021-1029, set. 2011.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301 p.

SCHMIDT, F. G. V.; MONNERAT, R. G.; BORGES, M.; CARVALHO, R. da SILVA. **Metodologia de criação de insetos para avaliação de insetos entomopatogênicos**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 20 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular técnica, 11).

YUAN, J.; CHAMBERS, H. W. Evaluation of the role of boll weevil aliesterases in noncatalytic detoxication of four organophosphorus insecticides. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 61, n. 3, p. 135-143, 1998.

Embrapa

Algodão

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CGPE 018511