



UEPB

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPUS I – CAMPINA GRANDE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE MESTRADO CIÊNCIAS AGRÁRIAS

SAMUEL FERREIRA CAMELO

**APLICAÇÃO SELETIVA, EFICIENTE E ECONÔMICA DO MALATHION CONTRA
O BICUDO-DO-ALGODOEIRO E SEU IMPACTO SOBRE OS INIMIGOS NATURAIS**

CAMPINA GRANDE – PB

2024

SAMUEL FERREIRA CAMELO

**APLICAÇÃO SELETIVA, EFICIENTE E ECONÔMICA DO MALATHION CONTRA
O BICUDO-DO-ALGODOEIRO E SEU IMPACTO SOBRE OS INIMIGOS NATURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Área de concentração: Agricultura Familiar e Sustentabilidade

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva

CAMPINA GRANDE – PB

2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C181a Camelo, Samuel Ferreira.

Aplicação seletiva, eficiente e econômica do malathion contra o bicudo-do-algodoeiro e seu impacto sobre os inimigos naturais [manuscrito] / Samuel Ferreira Camelo. - 2024.

36 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva, Embrapa Algodão."

1. *Anthonomus grandis*. 2. *Aphis gossypii*. 3. Inseto-praga.
4. Controle químico. I. Título

21. ed. CDD 630

SAMUEL FERREIRA CAMELO

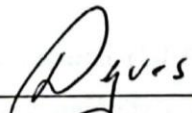
APLICAÇÃO SELETIVA, EFICIENTE E ECONÔMICA DO MALATHION CONTRA O
BICUDO-DO-ALGODOEIRO E SEU IMPACTO SOBRE OS INIMIGOS NATURAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.


Área de concentração: Agricultura Familiar e Sustentabilidade

Aprovada em: 27/03/2024.

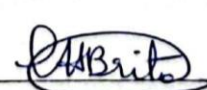
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Élide Barbosa Corrêa
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

AGRADECIMENTOS

Reservo nesse momento o principal agradecimento a Deus que em sua infinita bondade, graça e misericórdia me permitiu chegar até aqui.

À minha mãe Sônia Ferreira Camelo e a meu pai José Vieira Camelo, que embora não estejam presentes fisicamente, seus conselhos e incentivos a estudar e buscar melhores caminhos, permanecem vivos em minha memória. Bem como à minha irmã Vanda Ferreira Camelo que de igual modo, me apoiou e incentivou, como uma mãe faria.

A minha esposa Letícia de Macêdo Nóbrega Aires, por tanto amor expressado através da compreensão e ajuda incondicional ao longo de nossos anos juntos.

A todos meus familiares e amigos por entenderem todos os momentos da minha ausência.

Ao meu orientador Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva, pelo incentivo, paciência e compreensão, ensinamentos, disponibilidade, parceria, apoio e por me ajudar a superar as dificuldades nos momentos mais difíceis da execução deste trabalho.

Aos colegas de curso, pela convivência harmoniosa e enriquecedora e pela troca de ideias e conhecimentos.

À Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias (PPGCA), pela oportunidade e oferta do curso de Mestrado em Ciências Agrárias.

Aos professores da UEPB/EMBRAPA, pelos conhecimentos compartilhados e ensinamentos que contribuíram de maneira fundamental para minha formação profissional.

À Embrapa Algodão pela acolhida, infraestrutura e oportunidade de conduzir a pesquisa no laboratório de Entomologia, campo experimental e casa de vegetação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, à qual agradeço pelo apoio e concessão da bolsa de mestrado.

À banca examinadora, pela disponibilidade, sugestões e contribuições para a confecção e enriquecimento deste manuscrito.

Aos amigos e profissionais do Laboratório de Entomologia Antônio Arrochelas, Josivaldo Galdino, Eduardo Vasconcelos e Airton Belo, meus sinceros agradecimentos por todas as experiências compartilhadas, pelo auxílio na condução dos experimentos e parceria nas atividades dentro e fora do Laboratório.

A todos que de alguma forma contribuíram diretamente ou indiretamente, para realização deste trabalho, meu muito obrigado.

RESUMO

O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis grandis* (Coleoptera: Curculionidae) é o principal inseto-praga do algodoeiro no Brasil. O uso de inseticidas químicos não seletivos como o malathion é a principal tática de controle dessa praga. O objetivo desta pesquisa foi avaliar métodos de aplicação seletiva, eficiente e econômica do malathion contra o bicudo-do-algodoeiro e seu efeito sobre insetos-praga não alvo e seus inimigos naturais. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições (blocos). Os tratamentos consistiram de algodoeiros pulverizados com malathion (1.000 g.i.a. L⁻¹) da seguinte forma: testemunha (sem pulverização) (T1); pulverizações sistemáticas semanais de todas as fileiras de algodão com o inseticida malathion após o aparecimento dos botões florais (T2), pulverizações de todas as fileiras de algodão com o inseticida malathion quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (RAMALHO et al., 1990) (T3); pulverizações de fileiras alternadas com o inseticida malathion quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (T4). Os resultados obtidos nesta pesquisa possibilitaram inferir as seguintes conclusões: (1) o número de plantas de algodoeiros com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo é menor em todos os tratamentos pulverizados com malathion, independente da forma de aplicação desse produto; (2) o malathion aplicado sobre as folhas do algodoeiro é seletivo ao parasitoide *B. vulgaris*, mas não ao *J. grandis*; (3) o malathion não é eficiente em controlar populações de pulgões quando aplicado em todas as fileiras de algodão de forma sistemática ou quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atinge o nível de 10%; (4) o malathion é eficiente em controlar populações de pulgões quando aplicado em fileiras alternadas de algodão porque preserva as populações de seus inimigos naturais que acabam controlando esse inseto; (5) as maiores receitas bruta e líquida com o cultivo do algodão foram nos tratamentos pulverizados com malathion, independente da forma de aplicação desse produto e (6) o malathion aplicado em todas as fileiras de algodão e em fileiras alternadas, quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atinge o nível de 10% é mais econômico que aquele aplicado de forma sistemática.

Palavras-chave: *Anthonomus grandis*; *Aphis gossypii*; inseto-praga; controle químico.

ABSTRACT

The cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) is the main insect pest of cotton in Brazil. The use of non-selective chemical insecticides such as malathion is the main tactic for controlling this pest. The objective of this research was to evaluate selective, efficient and economical application methods of malathion against the boll weevil and its effect on non-target insect pests and their natural enemies. The experimental design was randomized blocks, with four treatments and four replications (blocks). The treatments consisted of cotton plants sprayed with malathion (1,000 g.i.a. L⁻¹) as follows: control (without spraying) (T1); weekly systematic spraying of all cotton rows with malathion insecticide after the appearance of cotton squares (T2), spraying of all cotton rows with malathion insecticide when the number of plants with cotton squares with oviposition punctures reached the level of 10% (RAMALHO et al., 1990) (T3); spraying alternate rows with the insecticide malathion when the number of plants with cotton squares with oviposition punctures reached the level of 10% (T4). The results obtained in this research made it possible to infer the following conclusions: (1) the number of cotton plants with cotton squares with oviposition punctures for the boll weevil is lower in all treatments sprayed with malathion, regardless of the way this product is applied; (2) malathion applied to cotton leaves is selective for the parasitoid *B. vulgaris*, but not for *J. grandis*; (3) malathion is not efficient in controlling aphid populations when applied to all cotton rows systematically or when the number of cotton squares with oviposition punctures reaches the level of 10%; (4) malathion is efficient in controlling aphid populations when applied to alternate rows of cotton because it preserves populations of its natural enemies that end up controlling this insect; (5) the highest gross and net revenues from cotton cultivation were in treatments sprayed with malathion, regardless of the form of application of this product and (6) malathion applied to all rows of cotton and in alternate rows, when the number of cotton squares with oviposition punctures reaches the level of 10% is more economical than that applied systematically.

Keywords: *Anthonomus grandis*; *Aphis gossypii*; insect pest; chemical control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Croqui de campo com tamanhos de blocos, parcelas e corredores.....	18
Figura 2 –	Porcentagem de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo, <i>Anthonomus grandis grandis</i> (Coleoptera: Curculionidae) em função dos tratamentos.....	22
Figura 3A –	Porcentagem de adultos de <i>Jaliscoa grandis</i> (Hymenoptera: Pteromalidae) emergidos de botões florais caídos ao solo com orifícios de oviposição pelo bicudo em função dos tratamentos.....	23
Figura 3B –	Porcentagem de adultos de <i>Bracon vulgaris</i> (Hymenoptera: Braconidae) emergidos de botões florais caídos ao solo com orifícios de oviposição pelo bicudo em função dos tratamentos.	23
Figura 4A –	Porcentagens de plantas de algodão com colônias de pulgões, <i>Aphis gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae) em função dos tratamentos.....	24
Figura 4B –	Porcentagens de plantas de algodão com naturais (Coccinelidae, Syrphidae e Araneae) em função dos tratamentos.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamento (Trat.), dosagem, número de pulverizações (No. Pulv.) e preço do malathion, produção de algodão em pluma e caroço, preço da produção e receita bruta e líquida com o cultivo do algodão.....	25
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	A cultura do algodão	12
2.2	Bicudo do algodoeiro	13
2.3	Controle do bicudo do algodoeiro com malathion	14
2.4	Seletividade ecológica do malathion aos inimigos naturais de insetos-pragas do algodoeiro	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	Local de estudo	17
3.2	Material vegetal e artrópodes associados	17
3.3	Preparo do solo e adubação	17
3.4	Avaliação de métodos de aplicação seletiva, eficiente e econômica do malathion contra o bicudo-do-algodoeiro	17
3.5	Análise dos dados	19
4	RESULTADOS	21
5	DISCUSSÃO	26
6	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é uma cultura tradicional no Brasil e nos últimos 20-30 anos tem-se observado uma grande redução na área plantada devido, principalmente, aos grandes ganhos em produtividade (NEVES e PINTO, 2017). O algodoeiro é produzido basicamente no bioma Cerrado, sendo o Mato Grosso e a Bahia, os dois estados maiores produtores dessa espécie vegetal. No entanto, essa cultura também é cultivada no bioma Caatinga (CONAB, 2024).

Em pouco mais de 20 anos, o algodão brasileiro deu um salto significativo em termos de produtividade, graças aos constantes investimentos em tecnologia de ponta, crescente profissionalização dos produtores e inovações em pesquisas e técnicas de cultivo (COTTON BRAZIL, 2022). A adoção de cultivares de algodoeiro transgênicos que expressam proteínas tóxicas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), por exemplo, passou de 145.000 ha (18%) na safra 2009/2010 (JAMES, 2009) para 940.000 ha (84%) na safra 2016/2017 (ISAAA, 2017), um aumento de 520% da área total de algodão (RAPHAEL, 2019). Essa cultivar, embora apresentem elevada eficiência contra determinadas espécies de lepidopteros-praga, elas são ineficientes contra o bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis grandis* (Coleoptera: Curculionidae), insetos sugadores e ácaros (ALVES et al., 2021). Isto explica, em parte, porque os gastos com inseticidas químicos para controlar o bicudo e outras pragas importantes do algodoeiro continuam elevados (BARROS et al., 2019; FAUSTINO et al., 2023).

No Brasil, o malathion é o inseticida mais recomendado e utilizado para o controle do bicudo (ROLIM et al., 2019). Esse inseticida pertencente ao grupo químico dos organofosforados, apresenta amplo espectro de ação e, na maioria dos casos, é pouco seletivo aos inimigos naturais (YU, 2014; HILL et al., 2017). Além disso, embora existam variações entre os métodos de controle e níveis tecnológicos adotados entre as diferentes regiões brasileiras produtoras de algodão, em muitas situações, são registradas 17 a 23 pulverizações com malathion para controlar o bicudo, o que onera consideravelmente os custos de produção, além de afetar outras espécies de insetos não alvo (SILVA et al., 2013; BÉLOT et al., 2016).

Portanto, o desenvolvimento de métodos de aplicação de inseticidas para compatibilizar o controle biológico ao químico é de fundamental importância em programas de manejo integrado de pragas do algodoeiro, particularmente, quando se faz necessário utilizar inseticidas pouco seletivos como o malathion (FARRAR et al., 2018).

A hipótese deste estudo é que o efeito deletério das aplicações do organofosforado malathion em lavouras de algodoeiro pode ser minimizado, se o método de aplicação contribuir para a preservação dos inimigos naturais do bicudo-do-algodoeiro e de outras pragas importantes desta

cultura, as quais não são alvo desse químico, mas acabam sendo expostas direta e/ou indiretamente a esse produto.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar métodos de aplicação seletiva, eficiente e econômica do malathion contra o bicudo-do-algodoeiro e seu efeito sobre insetos-praga não alvo e seus inimigos naturais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do algodão

O algodoeiro anual ou herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das mais importantes commodities cultivadas no mundo e a principal fonte de fibra natural utilizada pela indústria têxtil, fornecendo também grande quantidade de caroço de algodão que contém proteína e óleo de alta qualidade (ASLAM et al., 2020). O gênero de algodão *Gossypium* L. compreende mais de 50 espécies, incluindo oito grupos diplóides e sete espécies tetraplóides (WENDEL e CRONN, 2003; WENDEL e GROVER, 2015).

Atualmente, o algodão é produzido em mais de 60 países, com aproximadamente 35 milhões de hectares plantados. O Brasil é o quarto maior produtor mundial, com 3.001,6 (em 1000 t) (USDA, 2021), sendo o Centro-Oeste a maior região produtora, com 2.300,1 (ton x 1.000), seguida da região Nordeste, com 701,5 (ton x 1.000) (CONAB, 2024). Nestas duas regiões, as principais áreas de produção de algodoeiro encontram-se localizadas no bioma Cerrado, que responde, atualmente, por 90% da área total plantada no país (SANTOS et al., 2020).

Espécie vegetal de origem tropical e subtropical, o algodoeiro apresenta hábito de crescimento termofílico, heliofílico e intermediário, onde seu crescimento vegetativo e reprodutivo continua simultaneamente (ZHANG et al., 2020).

O ciclo de desenvolvimento do algodoeiro geralmente varia de 140 a 160 dias (ZONTA et al. 2017). Esse crescimento se inicia com o desenvolvimento da área foliar e de suas estruturas vegetativas que irão suportar o crescimento reprodutivo (HUSSEN, 2018). No entanto, se este crescimento é comprometido, o crescimento reprodutivo subsequente será prejudicado (RITCHIE et al., 2007). Ao contrário de muitas outras culturas, o algodoeiro continua seu crescimento vegetativo após o início da floração, mas esse crescimento é reduzido na medida em que suas estruturas de frutificação são formadas (OOSTERHUIS e URWILER, 1988, HUSSEN, 2018). Após o amadurecimento das maçãs, surgem os capulhos com suas fibras metabolicamente inativas e secas (SEAGULL et al., 2000). Sabe-se, no entanto, que o ambiente é responsável por regular todos os processos de desenvolvimento do algodoeiro, tanto vegetativo quanto reprodutivo, mas ele pode variar dependendo das práticas de cultivo adotadas.

O agroecossistema do algodoeiro, geralmente, constitui um ambiente favorável para muitos artrópodes-praga, principalmente, pelos desequilíbrios biológicos advindos do uso intensivo de defensivos agrícolas (SILVA et al., 2013). Nesse agroecossistema desequilibrado, diferentes artrópodes-praga se alimentam das estruturas vegetativas, botões florais e frutos de diferentes idades do algodoeiro para atender suas necessidades nutricionais. Por isto, a compreensão de como

determinado artrópode-praga afeta o crescimento, desenvolvimento ou capacidade reprodutiva do algodoeiro é de fundamental importância para a adoção das estratégias de controle que compõe o manejo integrado de pragas do algodoeiro. Entre esses artrópodes-praga destaca-se o bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae).

2.2 O bicudo do algodoeiro

O bicudo-do-algodoeiro é a principal praga pelos danos causados às estruturas reprodutivas do algodoeiro e pela dificuldade de controle. Lavouras de algodão infestadas pelo bicudo podem reduzir sua produtividade em aproximadamente, 54-87% (RAMALHO, 1994). Adultos do bicudo se alimentam dos botões florais e pequenas maçãs do algodoeiro, onde as fêmeas fazem postura (SILVA et al., 2013). O orifício de oviposição é fechado pela fêmea com substância antimicótica e resíduos do botão floral, que a planta cicatriza e forma calo. Aproximadamente 3-4 dias após os botões florais serem danificados por orifícios de oviposição e alimentação, as brácteas se abrem e amarelecem, e posteriormente são abortadas (ALMEIDA et al., 2008). A queda do botão floral ocorre por causa da atividade alimentar da larva de segundo instar desse inseto, que libera a enzima pectinase, responsável pela formação de membrana impermeável no pedúnculo do botão floral que impede o fluxo de seiva (KING, 1973). A abscisão dos botões florais ocorre, geralmente, com 10-12 dias após a abertura das brácteas (RAMALHO et al., 1993). Após esse período, os adultos do bicudo emergem do interior dos botões florais caídos ao solo e se dispersam pela lavoura, infestando outras plantas de algodão.

Na região Centro-Oeste, a intensidade do ataque do bicudo-do-algodoeiro tem obrigado os produtores a realizarem 17 a 23 pulverizações na cultura para o seu controle, pois as cultivares de algodoeiro transgênicas que expressam proteínas tóxicas da bactéria *B. thuringiensis* (*Bt*) são suscetíveis a injúria causada por essa praga (BÉLOT et al., 2016). Estima-se que aproximadamente 50% dos custos com inseticidas utilizados na cultura do algodoeiro é direcionado para o controle do bicudo, com pulverizações voltadas para causar mortalidade nos adultos, pois as larvas e pupas deste inseto se desenvolvem dentro das estruturas reprodutivas do algodoeiro protegidas da calda inseticida (PAPA e CELOTO, 2015).

O uso excessivo de pesticidas químicos tem sido apontado por ecologistas e ambientalistas como um dos principais fatores responsáveis pelas reduções populacionais de insetos polinizadores e inimigos naturais na cultura do algodão (SÁNCHEZ-BAYO, 2021). Esses pesticidas podem indiretamente aumentar as populações de algumas espécies de insetos e, ao mesmo tempo, reduzir as de outras, uma vez que estes efeitos refletem os impactos ecológicos causados pela modificação do habitat, pela competição de recursos entre espécies ou pelas cascatas

através das cadeias alimentares (GUEDES et al., 2016). Assim, se os efeitos persistirem, o resultado final é uma estrutura comunitária diferente que pode resultar numa funcionalidade prejudicada ou melhorada do ecossistema de acordo com a forma de aplicação (SÁNCHEZ-BAYO, 2021).

2.3 Controle do bicudo-do-algodoeiro com malathion

Os pesticidas são um grupo de substâncias orgânicas e inorgânicas utilizadas para prevenir e destruir pragas agrícolas. Todos os anos, pragas e doenças destroem 30% dos produtos agrícolas em todo o mundo (FAO, 2017). De acordo com a função e a natureza química, os pesticidas são categorizados em herbicidas, inseticidas, fungicidas, incluindo organoclorados, organofosforados, carbamato, piretróides e sulfonilureias (HUANG et al., 2012; NICOLOPOULOU-STAMATI et al., 2016). Estima-se que se aplica, em média, 28 litros de pesticidas por hectare de algodão, o que equivale a cerca de 42% do custo de produção da fibra, dos quais 16% são gastos apenas com inseticidas (FERNANDEZ-CORNEJO et al., 2014).

Entre os grupos químicos de inseticidas mais utilizados para combater o bicudo durante a fase de abotoamento do algodoeiro são os organofosforados e carbamatos, com destaque para o inseticida malathion (PAPA e CELOTO, 2015; ROLIM et al., 2019). O bicudo, principal praga-chave do algodoeiro, é responsável por orientar o monitoramento e as aplicações de malathion direcionadas a essa cultura, o que acaba influenciando o controle das demais pragas (SILVEIRA NETO, 1990). Isto indica que populações de insetos sugadores e ácaros e de seus inimigos naturais que não são alvos do malathion e nem suscetíveis as plantas de algodoeiro transgênicas *Bt*, serão expostos também aos efeitos tóxicos desse produto. No entanto, informações sobre os efeitos colaterais do malathion sobre as populações de artrópodes-praga não alvo são escassas e precisam ser estudadas.

O organofosforado malathion é neurotóxico e possui amplo espectro de ação contra pragas e diferentes níveis de seletividade aos inimigos naturais, tendo como mecanismo primário de ação a inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE), o que aumenta o nível de acetilcolina nas sinapses e causa a hiperexcitação dos neurônios e como consequência a morte do inseto (LABBÉ et al., 2011; SAKTHIVEL et al., 2022). O malathion, embora seja amplamente utilizado nas lavouras de algodão para controlar o bicudo-do-algodoeiro, na maioria dos casos, é pouco seletivo aos parasitoides e predadores (BACCI et al., 2009; YU, 2014; HILL et al., 2017).

Nos EUA, o malation foi usado na campanha de erradicação do *A. grandis* nas áreas de cultivo de algodoeiro (EPA, 2004). O uso anual do malathion nos EUA atingiu um pico de 12.700–14.500 toneladas em 1999, mas caiu para 2.000–4.000 toneladas em 2007, perto da conclusão da

campanha de erradicação do *A. grandis* (EPA, 2011; TCHOUNWOU et al., 2015). No Brasil, o malathion, dentre os organofosforados é de longe o inseticida mais recomendado e utilizado para o controle de *A. grandis* (ROLIM et al., 2019).

2.4 Seletividade ecológica do malathion aos inimigos naturais de insetos-pragas do algodoeiro

Os programas de MIP buscam aumentar a compatibilidade entre os métodos de controle, incluindo métodos químicos e biológicos, de modo a aumentar sua eficácia (SUÁREZ-LÓPEZ et al., 2020). Para aumentar essa compatibilidade, o emprego de inseticidas fisiologicamente seletivos e/ou de maneira seletiva minimiza a exposição dos inimigos naturais e, ao mesmo tempo, controla as espécies-praga (ARMAS et al., 2023)

A seletividade ecológica é classificada de acordo com a forma pela qual a exposição diferencial de insetos-praga e inimigos naturais aos inseticidas é obtida; essa diferenciação pode se dar no tempo ou no espaço (FOERSTER, 2002). A seletividade ecológica é cada vez mais viável devido às diversas formulações de inseticidas e avanços nas tecnologias de aplicação que colocam o inseticida no alvo, maximizando a eficácia e minimizando a deriva (TORRES e BUENO, 2018). Além disso, a falta de seletividade fisiológica pode ser compensada aumentando a seletividade ecológica com aplicações pontuais para controlar o bicudo-do-algodoeiro ao usar inseticidas não seletivos.

Um dos primeiros passos na concepção de uma estratégia de controle biológico é estudar o perfil toxicológico dos inseticidas utilizados para controlar artrópodes-praga contra seus inimigos naturais (ARMAS et al., 2023). Essa avaliação pode ser realizada em condições de laboratório e casa de vegetação, para mensurar não somente a toxicidade imediatamente após a aplicação, mas também a permanência do inseticida e a evolução de sua toxicidade ao longo do tempo (MORALES et al., 2019). No entanto, diversos fatores podem contribuir para superestimar a toxicidade de um agrotóxico em condições de laboratório e casa de vegetação, sendo necessária validar essa seletividade em condições de campo (JANSEN, 2010; ARMAS et al., 2023).

Assim, conhecer o período de controle residual dos produtos utilizados no controle de pragas é essencial e pode contribuir para o manejo de pragas de forma econômica, social e ambientalmente correta, evitando aplicações desnecessárias de agrotóxicos (PIMENTEL et al., 1993; ARAÚJO et al., 2017). O período residual do malathion é relativamente curto e embora existam algumas informações sobre o tema (ARAÚJO et al., 2017; MACHADO et al., 2019), estudos são necessários para se conhecer melhor a seletividade ecológica do malathion e seu efeito residual sobre a comunidade de inimigos naturais presentes na lavoura de algodão. Esse efeito residual entre a aplicação do inseticida malathion, também, é resultado de outras variáveis, como

as condições ambientais (por exemplo, chuva, radiação UV, temperatura, etc.) que atuam na degradação do ingrediente ativo (WARE et al., 1972; FENNER et al., 2013), a comunidade de parasitoides e predadores (COSTA et al., 2018; LUNA et al., 2018) e o intervalo de tempo entre as aplicações (MACHADO et al., 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

O trabalho foi conduzido no laboratório de Entomologia (7° 22' 57" S de latitude e, 35° 90' 53" W de longitude) e no campo experimental da Embrapa Algodão (7° 13' 50" S de latitude e 35° 52' 52" W de longitude), em Campina Grande, Paraíba, Brasil. O solo dessa área experimental é classificado como Neossolo Regolítico eutrófico (SANTOS et al., 2018) e o clima de Campina Grande é Aw, com temperatura média anual de 22,9 °C e pluviosidade média anual de 765 mm conforme a classificação de Köppen e Geiger.

3.2 Material vegetal e artrópodes associados

A cultivar BRS 433 B2RF foi utilizada por ser uma planta transgênica de fibra longa, resistente ao herbicida glifosato e às principais espécies de lagartas que atacam o algodoeiro, com a tecnologia Bollgard II Roundup Ready Flex (B2RF). Essa cultivar, resistente às principais doenças (mancha angular – bacteriose; doença azul e mosaico comum - viroses), possui elevado potencial produtivo (acima de 4500 kg/ha) com rendimento de fibra estimado em 38% (Suassuna et al., 2018).

Os artrópodes-praga, *A. grandis grandis*, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), os parasitoides, *Bracon vulgaris* (Hymenoptera: Braconidae) e *Jaliscoa grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) e os predadores pertencentes as famílias Coccinelidae, Syrphidae e Araneae foram obtidos a partir da infestação natural da referida área experimental cultivada com algodoeiro.

3.3 Preparo do solo e adubação

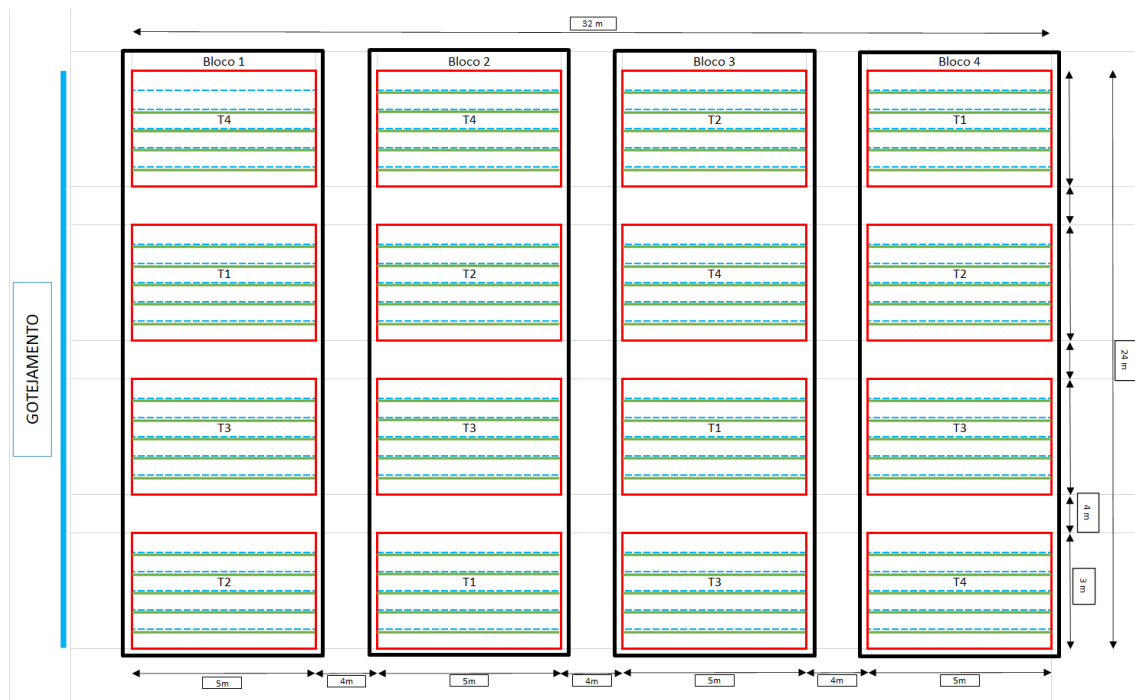
O solo foi preparado por meio de aração e gradagem. As fertilizações foram feitas de acordo com análises prévias do solo e seguindo as recomendações técnicas da cultura (BORIN et al. 2013). Foram utilizados os seguintes fertilizantes: ureia (45% N), pentóxido de fósforo (18% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O) como fontes de N-P-K (Fertilizantes Heringer SA, Paulínia, SP, Brasil), respectivamente.

3.4 Avaliação de métodos de aplicação seletiva, eficiente e econômica do malathion contra o bicudo-do-algodoeiro

A semeadura foi realizada manualmente no campo experimental da Embrapa Algodão, utilizando a cultivar de algodão BRS 433 B2RF.

O método de aplicação seletiva, eficiente e econômica do malathion foi determinado em uma área total de 768 m² (24m x 32m). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso (Figura 1), com quatro tratamentos e quatro repetições (blocos 5m x 3m). Os tratamentos consistiram de algodoeiros pulverizados com malathion (1.000 g.i.a. L⁻¹) da seguinte forma: testemunha (sem pulverização) (T1); pulverizações sistemáticas semanais de todas as fileiras de algodão com o inseticida malathion após o aparecimento dos botões florais (T2), pulverizações de todas as fileiras de algodão com o inseticida malathion quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (RAMALHO et al., 1990) (T3); pulverizações de fileiras alternadas com o inseticida malathion quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (T4). A parcela foi composta por cinco fileiras de algodão com cinco metros de comprimento, com população de aproximadamente 320 plantas cultivadas no espaçamento de 0,80 m x 0,10 m entre fileiras e plantas, respectivamente. As distâncias entre as parcelas e os blocos foram de 5 e 10 m, respectivamente.

Figura 1 Croqui de campo com tamanhos de blocos, parcelas e corredores.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O monitoramento populacional do bicudo foi realizado por meio de amostragens periódicas (a cada cinco dias) no plantio experimental, examinando-se o terço superior do dossel de cada planta de algodoeiro amostrada, tomando-se ao acaso um botão floral de tamanho médio (4-6 mm de diâmetro) e registrando-se a presença ou não de orifícios de oviposição. O monitoramento das

colônias de pulgões e de seus inimigos naturais, foram realizados examinando-se a terceira folha apical expandida de cada planta. Em cada data de amostragem, 30 plantas de algodoeiro escolhidas ao acaso foram examinadas por parcela. Foram coletados semanalmente, os botões florais caídos ao solo entre as fileiras de algodão e com orifícios de oviposição pelo bicudo em todas as parcelas. Os botões florais coletados foram levados ao laboratório e acondicionados em recipientes plásticos ventilados com tampa para determinar o número de adultos do bicudo e de parasitoides emergidos.

As pulverizações contra o bicudo foram realizadas logo após o aparecimento dos primeiros botões florais, com intervalo mínimo de cinco dias entre pulverizações por tratamento até a formação do primeiro capulho, utilizando-se um pulverizador costal manual com capacidade para 20 litros de calda e bico D₂ do tipo cone vazio. Esse intervalo residual de cinco dias foi utilizado porque a sobrevivência de *Eriopis conexa* (German, 1844) (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthicoridae) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) permanece entre 50 a 90% após esse período (MACHADO et al., 2019). O bico do pulverizador foi posicionado lateralmente à fileira a cerca de 20 cm da das plantas de algodão (RAMALHO e JESUS, 1988). A vazão foi ajustada conforme o estágio de crescimento da cultura e variou de 150 a 300 litros de água/ha.

Foram realizados os tratamentos culturais normais necessários para condução da lavoura (aplicação de herbicidas e capina manual, etc.). As temperaturas e umidades relativas médias e a precipitação mensal acumulada no campo experimental da Embrapa Algodão durante a condução do experimento foi obtida junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2023).

A produção de algodão em caroço foi determinada amostrando-se 20 plantas por parcela em todos os blocos. A produção de algodão foi estimada por meio da pesagem da pluma de algodão com caroço, colhido manualmente dos capulhos, de 20 plantas amostradas na parcela.

3.5 Análise dos dados

Os efeitos das pulverizações com malathion sobre as porcentagens de botões florais de algodoeiros danificados pelo *A. grandis* por orifício de oviposição, colônias de pulgões e de seus inimigos naturais amostrados no campo, emergência de *J. grandis* e *B. vulgaris* em laboratório, altura das plantas e produção de algodão em caroço (g) foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo em seguida submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade. Os dados de proporção foram transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$ antes da análise de medidas repetidas; no entanto, são apresentadas médias não transformadas.

Todos os dados do bioensaio foram analisados com o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) da Universidade Federal de Viçosa (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

4 RESULTADOS

As temperaturas e umidades relativas médias e a precipitação mensal acumulada no campo experimental da Embrapa Algodão durante a condução do experimento no ano de 2023 foram de $24,4 \pm 1^\circ \text{C}$, $78,5 \pm 1 \%$ e $58,1 \text{ mm}$, respectivamente (INMET, 2023).

O ciclo fenológico do algodoeiro foi de 132 dias, com a emergência dos algodoeiros, o aparecimento dos primeiros botões florais e a abertura das maçãs ocorrendo aos 12, 45 e 104 dias após o plantio, respectivamente.

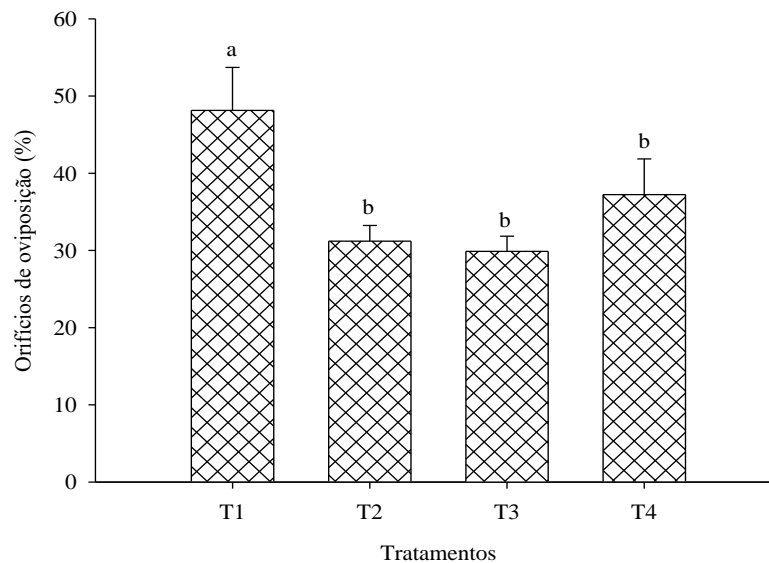
Os percentuais de plantas de algodoeiros com orifícios de oviposição pelo bicudo variaram entre os tratamentos ($F_{3,9} = 7.15$; $P < 0,01$) (Figura 2), sendo o maior na testemunha e os menores nos demais. O número de plantas de algodoeiros com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo foi semelhante nos tratamentos com pulverizações de malathion em todas as fileiras de algodão de forma sistemática ou, quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% ou em fileiras alternadas quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10%.

Os percentuais médios de adultos de *J. grandis* emergidos de botões florais caídos ao solo com orifícios de oviposição pelo bicudo variaram entre os tratamentos ($F_{3,9} = 5.64$; $P < 0,02$), sendo maior na testemunha e menores nos demais (Figura 3A), mas os de adultos de *B. vulgaris* emergidos não diferiram entre os tratamentos ($F_{3,9} = 1.47$; $P = 0,29$) (Figura 3B).

Os percentuais de plantas de algodão com colônias de pulgões, *A. gossypii* ($F_{3,9} = 4.31$; $P < 0,05$) e de seus inimigos naturais ($F_{3,9} = 5.29$; $P < 0,03$) variaram entre os tratamentos (Figura 4). Os maiores percentuais de colônias de pulgões foram nos tratamentos com pulverizações de malathion em todas as fileiras de algodão de forma sistemática ou, quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% e os menores na testemunha e quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% em fileiras alternadas (Figura 4A).

Os maiores percentuais de inimigos naturais de pulgões foram na testemunha ou no tratamento com pulverizações de malathion em fileiras alternadas de algodão quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (Figura 4B). Os menores percentuais de inimigos naturais de pulgões foram nos tratamentos com pulverizações de malathion em todas as fileiras de algodão de forma sistemáticas ou, quando o número de botões

Figura 2 Porcentagem de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo, *Anthonomus grandis grandis* (Coleoptera: Curculionidae) em função dos tratamentos. Tratamentos: testemunha (sem pulverização) (T1), pulverizações com o inseticida malathion (1.000 g.i.a. L⁻¹) semanalmente, em todas as fileiras de algodão após o aparecimento dos botões florais (T2) ou quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo atingia o nível de 10% (T3); ou em fileiras alternadas quando o de plantas com botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (T4). Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre tratamentos não são diferentes pelo teste de Student Newman Keuls ($P = 0,05$). Médias transformadas em raiz de $x+0,5$ para análise estatística e originais apresentadas.

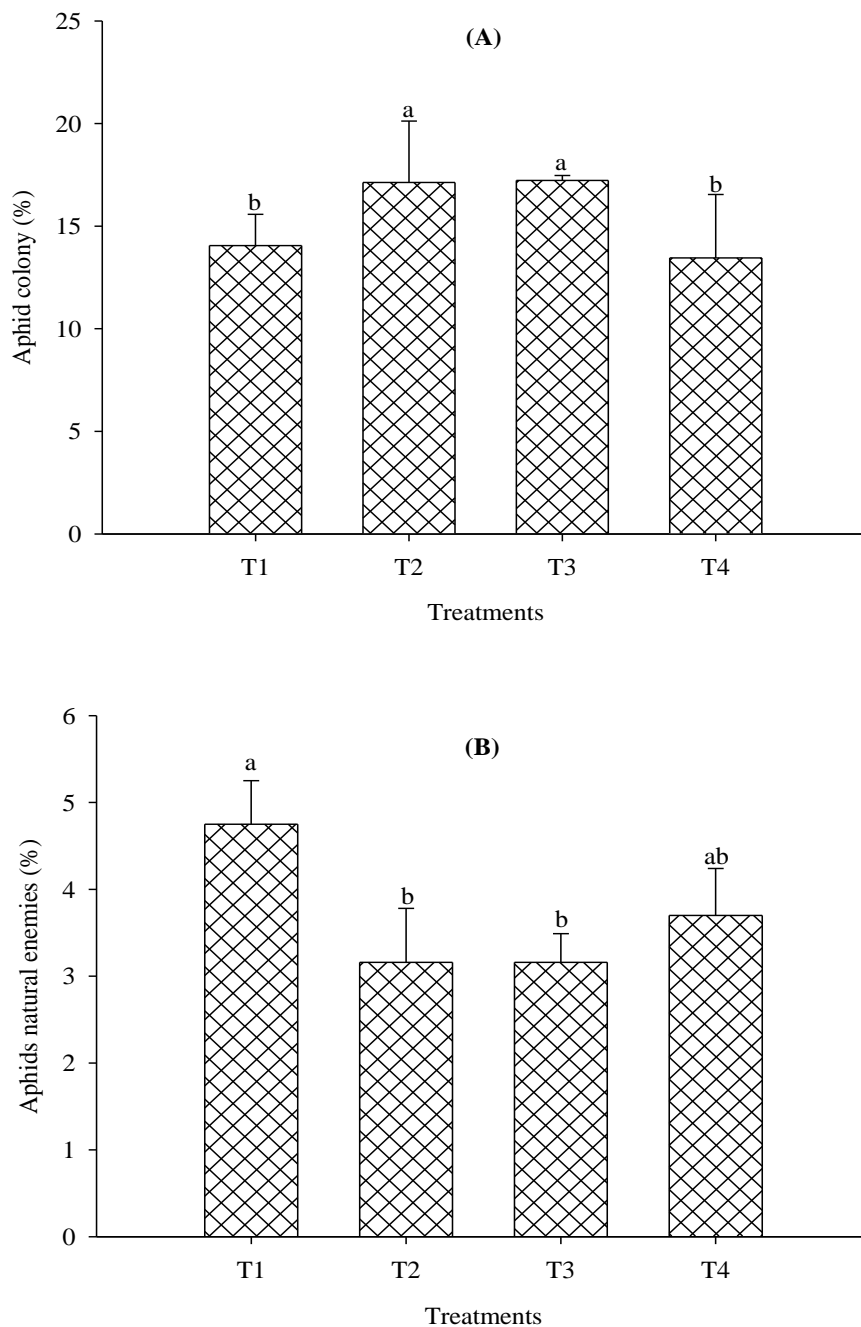


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (Figura 4B). Entre o complexo de inimigos naturais de pulgões, os artrópodes predadores pertencentes as famílias Coccinelidae e Syrphidae e a ordem Araneae foram os mais comuns. No entanto, não foi constatada a ocorrência de himenópteros parasitoides de pulgões.

O número de aplicações com malathion contra o bicudo-do-algodoeiro variou entre os tratamentos em que esse produto foi pulverizado (Tabela 1). O maior número de aplicações do malathion foi no tratamento pulverizado sistematicamente semanalmente e os menores naqueles em que esse produto foi pulverizado em todas as fileiras ou em fileiras alternadas (Tabela 1), quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo atingia o nível de 10%. No entanto, o tratamento pulverizado com malathion em fileiras alternadas recebeu metade do volume de calda aplicado no tratamento em que todas as fileiras de algodão foram pulverizadas, reduzindo custos e o impacto sobre os inimigos naturais de pulgões.

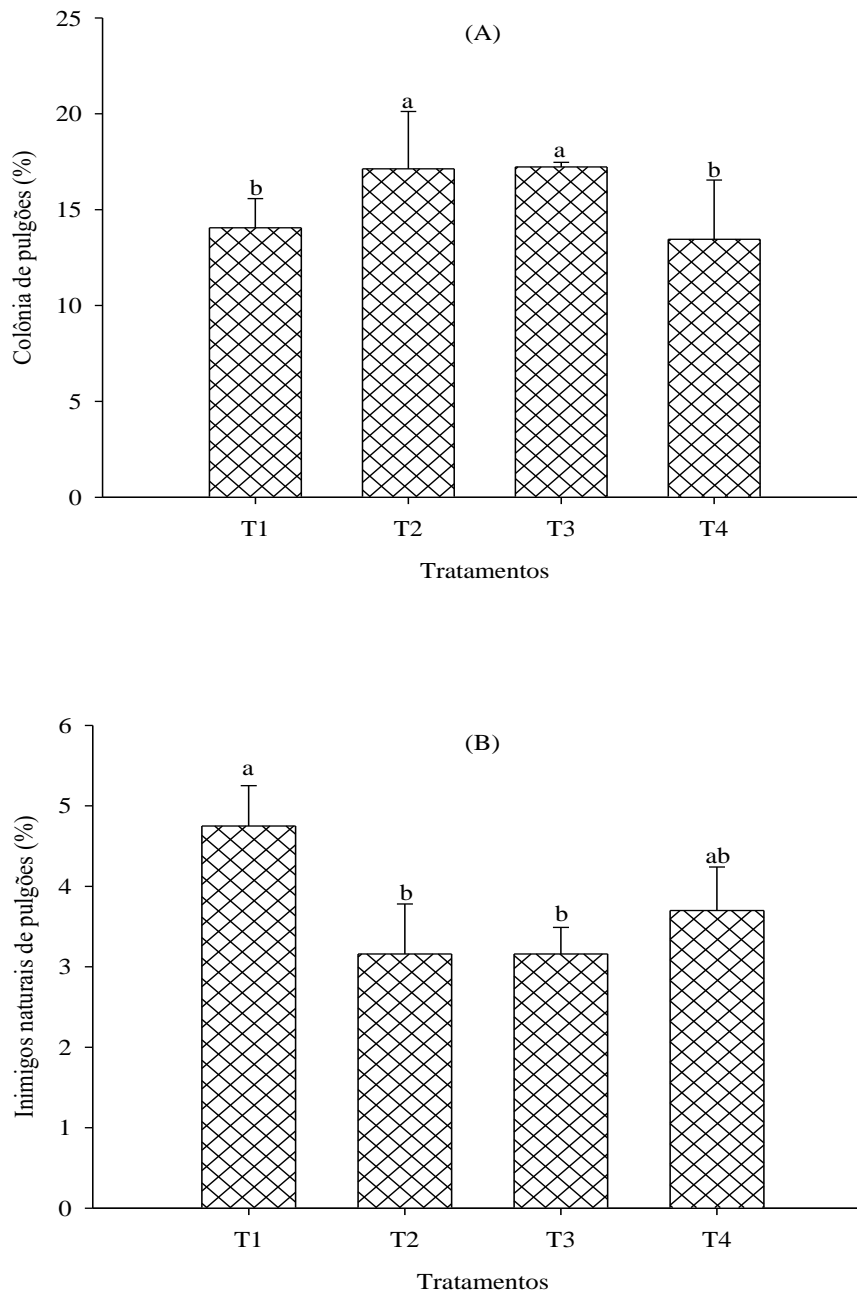
Figura 3 Porcentagens de algodoeiros com colônias do pulgão *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) e seus inimigos naturais (Araneae, Coccinelidae, Syrphidae) no controle (sem pulverização) (T1), pulverização com o inseticida malathion (1.000 g.i.a. L-1) semanalmente, em todas as fileiras do algodoeiro após o aparecimento dos quadrados do algodoeiro (T2) ou quando o número de plantas com quadrados do algodoeiro com punções de oviposição pelo bicudo do algodoeiro atingir 10% (T3); ou em fileiras alternadas quando o número de plantas com quadrados de algodoeiro com punções de oviposição atingir 10% (T4).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre os tratamentos não diferem pelo teste de Student Newman Keuls ($P=0,05$). Médias transformadas pela raiz de $x+0,5$ para análise estatística e originais apresentados.

Figura 4 Porcentagens de plantas de algodão com colônias de pulgões, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) (A) e de seus inimigos naturais (Coccinelidae, Syrphidae e Araneae) em função dos tratamentos (B).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Tratamentos: testemunha (sem pulverização) (T1), pulverizações com o inseticida malathion ($1.000 \text{ g.i.a. L}^{-1}$) semanalmente, em todas as fileiras de algodão após o aparecimento dos botões florais (T2) ou quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo atingia o nível de 10% (T3); ou em fileiras alternadas quando o de plantas com botões

florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (T4). Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre tratamentos não são diferentes pelo teste de Student Newman Keuls ($P = 0,05$). Médias transformadas em raiz de $x+0,5$ para análise estatística e originais apresentadas.

Tabela 1 Tratamento (Trat.), dosagem, número de pulverizações (No. Pulv.) e preço do malathion, produção de algodão em pluma e caroço, preço da produção e receita bruta e líquida com o cultivo do algodão⁽¹⁾.

Trat.	Malathion EC			Produção de algodão		Preço do algodão (R\$		Receita (R\$)	
	1000 g L ⁻¹			(kg ha ⁻¹)		ha ⁻¹)		Bruta	Líquida
	Dosagem	No.	Preço	Pluma	Caroço	Pluma	Caroço		
(L ha ⁻¹)	Pulv.	(R\$)			(a)	(b)	(a + b)		
01	-	-	-	222,33 b	333,50 b	1932,05 b	466,90 b	2398,95 b	2398,95 b
02	2	14	2240,00	758,67 a	1138,00 a	6592,84 a	1593,20 a	8186,04 a	5946,01 a
03	2	09	1440,00	759,00 a	1138,50 a	6595,71 a	1593,90 a	8189,61 a	6749,61 a
04	1	09	720,00	664,33 a	964,33 a	5773,03 a	1395,10 a	7168,16 a	6448,16 a

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

⁽¹⁾O malathion e o algodão foram cotados para comercialização, na região de Barreiras, BA. Fonte: Notícias Agrícolas (2024) e Cepea/Esalq (Algodão..., 2024). Tratamentos: testemunha (sem pulverização) (T1), pulverizações com o inseticida malathion (1.000 g.i.a. L⁻¹) semanalmente, em todas as fileiras de algodão após o aparecimento dos botões florais (T2) ou quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo atingia o nível de 10% (T3); ou em fileiras alternadas quando o de plantas com botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (T4). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não são diferentes pelo teste de Student Newman Keuls ($P = 0,05$).

A produção de algodão em pluma ($F_{3,9} = 40,93$; $P < 0,01$) e caroço ($F_{3,9} = 40,93$; $P < 0,01$), preço da produção ($F_{3,9} = 40,93$; $P < 0,01$) e receita bruta ($F_{3,9} = 15,88$; $P < 0,01$) e líquida ($F_{3,9} = 40,93$; $P < 0,01$) variaram entre os tratamentos (Tabela 1), sendo menor na testemunha e maior nos demais tratamentos.

5 DISCUSSÃO

As variações nos percentuais de plantas de algodoeiros com orifícios de oviposição pelo bicudo entre os tratamentos refletem os impactos ecológicos do método de aplicação diferencial do malathion que afeta diretamente a sobrevivência dos insetos e indiretamente, modificando o habitat por meio da contaminação de recursos alimentares e abrigo ou pelas mudanças em outras espécies dentro das cadeias alimentares que alteram a viabilidade da população de pragas (GUEDES et al., 2016). O maior e menor percentual médio de plantas de algodoeiros com orifícios de oviposição pelo bicudo, respectivamente, na testemunha e nos demais tratamentos, era esperado, porque apenas na testemunha não foi aplicado malathion. No entanto, o número semelhante de plantas de algodoeiros com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo nos demais tratamentos, confirma que as pulverizações contra esse inseto com base no nível de controle de 10% de botões florais com orifícios de oviposição por essa praga, quer seja pulverizando todas as fileiras de algodão (RAMALHO e JESUS, 1990) ou nas fileiras alternadas (RAMALHO et al., 1993) são eficientes, não diferindo da pulverização semanal sistemática desse inseticida. Isto se deve, provavelmente, ao comportamento de colonização e dispersão dos adultos do bicudo no dossel das plantas de algodoeiro entre as fileiras não tratadas e tratadas com inseticida, se contaminando nas tratadas (RAMALHO et al., 1993; ARRUDA et al., 2019).

As variações nos percentuais médios de adultos de *J. grandis* emergidos de botões florais caídos ao solo com orifícios de oviposição pelo bicudo entre os tratamentos podem ser atribuídos ao método de aplicação diferencial do malathion em cada um dos tratamentos (RAMALHO et al., 1993). Isto explica a maior emergência de adultos de *J. grandis* nos botões florais caídos ao solo com posturas do bicudo na testemunha, sem aplicação de malathion e menor nos demais com aplicação deste produto. O malathion é pouco seletivo aos inimigos naturais, especialmente aos parasitoides, o que pode estar associada à atividade pró-inseticida de suas moléculas, que ao penetrar no corpo desses organismos, sofrem reações e tornam-se mais tóxicas (BACCI et al., 2009; YU, 2014; HILL et al., 2017). Outro fator relacionado à toxicidade desse organofosforado é o caráter lipofílico de suas moléculas associada à espessura e composição lipídica da cutícula do inseto. Assim, quanto mais lipofílico for o inseticida e mais tênue a cutícula, maior a taxa de penetração do produto no integumento do inseto (BACCI et al., 2009; BALABANIDOU et al., 2018). Por outro lado, os percentuais semelhantes de emergência adultos de *B. vulgaris* em todos os tratamentos, indica, provavelmente, que esse parasitoide é menos suscetível as aplicações do malathion que *J. grandis*, o que pode estar relacionado ao comportamento de busca desta espécie de parasitoide. *Bracon vulgaris*, diferentemente de *J. grandis*, tem preferência em parasitar larvas do bicudo contidas nas maçãs verdes do algodoeiro (RAMALHO e WANDERLEY, 1996), quando

o dossel das plantas estão mais enfolhadas, ou seja com maior índice de área foliar e, portanto, mais protegidos da calda inseticida por causa do efeito guarda-chuva das folhas do algodoeiro (CHEN, 2005; LI et al., 2022).

As variações nos percentuais de plantas de algodão com colônias de pulgões, *A. gossypii* e de seus inimigos naturais entre os tratamentos se deve, provavelmente, a metodologia de aplicação do malathion sobre a população desses insetos (RAMALHO et al., 1993). Os maiores percentuais de colônias de pulgões nos tratamentos pulverizados com malathion em todas as fileiras de algodão de forma sistemática ou, quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% é um indicativo de que o malathion tem baixa toxicidade contra os pulgões (KHALIL et al., 2017), sendo pouco seletivo aos seus inimigos naturais que exercem um papel relevante na supressão populacional desse inseto sugador (ALI et al., 2016; MACHADO et al., 2019).

Os maiores percentuais de inimigos naturais de pulgões na testemunha ou no tratamento com pulverizações de malathion em fileiras alternadas de algodão quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10%, pode ser atribuído no primeiro caso à ausência de aplicação de inseticida e no segundo ao método de aplicação do malathion que permite que os inimigos naturais sobrevivam nas fileiras não tratadas (RAMALHO et al., 1993). Isto é importante porque as táticas de controle biológico baseadas na seletividade ecológica podem ser exploradas para melhorar a utilização de compostos como o malathion, que não são fisiologicamente seletivos, mas cruciais na proteção das lavouras de algodoeiro (CARVALHO et al., 2019; DUSO et al., 2020). Por outro lado, os menores percentuais de inimigos naturais de pulgões nos tratamentos com pulverizações de malathion em todas as fileiras de algodão de forma sistemáticas ou, quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10%, indicam que esses dois métodos de aplicação do malathion não são ecologicamente seletivos aos inimigos naturais de pulgões. A ocorrência apenas de predadores, mas não de himenópteros parasitoides de pulgões se deve, provavelmente, ao fato dos parasitoides serem mais sensíveis ao malathion que seus hospedeiros e os predadores mais tolerantes a esse produto que suas presas (CROFT e BROWN, 1975; CASTILHOS et al., 2017; MEGAHED e EL-BAMBY, 2020).

As variações no número de pulverizações com malathion contra o bicudo-do-algodoeiro entre tratamentos eram esperadas porque elas refletem o modo de aplicação diferencial do malathion em cada um dos tratamentos (GUEDES et al., 2016). Isto se deve, provavelmente, ao efeito residual do malathion que é menor que o do tiametoxam e lambda-cialotrina + tiametoxam, o que pode favorecer aplicações seletivas desse produto com baixo impacto sobre os inimigos naturais (ARAÚJO et al., 2017; MACHADO et al., 2019).

A menor produção e receitas bruta e líquida na testemunha se deve à ausência de aplicação de inseticida para controlar o bicudo-do-algodoeiro, demonstrando a importância de se realizar o controle químico dessa praga-chave do algodão. As pragas-chave de uma cultura são aquelas para as quais se devem orientar o monitoramento e o controle, pois são as mais importantes e que causam os maiores prejuízos; e, muitas vezes, controlando-as já se controla também as demais (SILVEIRA NETO, 1990). As maiores receitas bruta e líquida nos demais tratamentos pulverizados com malathion, indica que esse inseticida é eficiente em reduzir populações dessa praga e, conseqüentemente, seus prejuízos. Esse inseto, com alta capacidade reprodutiva e de três a sete gerações por safra (OLIVEIRA et al., 2013) destrói as estruturas reprodutivas do algodoeiro, modifica o desenvolvimento vegetativo dessa planta, reduzindo a qualidade da fibra e sua produtividade em 54-87%, caso medidas de controle não forem adotadas (RAMALHO, 1994; SILVA e SILVA, 2015; ALVES et al., 2021). Por outro lado e a despeito de não haver diferença estatística entre os tratamentos pulverizados com malathion, verificou-se uma economia monetária por hectare de R\$ 803,6 e R\$ 502,20, respectivamente, naqueles tratamentos pulverizados com malathion em todas as fileiras de algodão e em fileiras alternadas, quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10%. Isto indica que quanto maior a área plantada com algodão, maior será o prejuízo do produtor ao adotar o sistema de aplicações de inseticidas de forma sistemática contra o bicudo-do-algodoeiro. Além disso, o menor volume de malathion aplicado por hectare no tratamento em que foram pulverizadas fileiras alternadas de algodão, contribuiu para a redução populacional de pulgões, preservando a de seus inimigos naturais. Esses resultados são importantes porque podem contribuir para o manejo de populações resistentes do bicudo e outras pragas do algodoeiro a esse produto, reduzir o número e os danos de pragas secundárias, a contaminação ambiental e as emissões de gases de efeito estufa.

6 CONCLUSÃO

- ✓ O número de plantas de algodoeiros com botões florais com orifícios de oviposição pelo bicudo é menor em todos os tratamentos pulverizados com malathion, independente da forma de aplicação desse produto;
- ✓ O malathion aplicado sobre as folhas do algodoeiro é seletivo ao parasitoide *B. vulgaris*, mas não ao *J. grandis*;
- ✓ O malathion não é eficiente em controlar populações de pulgões quando aplicado em todas as fileiras de algodão de forma sistemática ou quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atinge o nível de 10%;
- ✓ O malathion é eficiente em controlar populações de pulgões quando aplicado em fileiras alternadas de algodão porque preserva as populações de seus inimigos naturais que acabam controlando esse inseto;
- ✓ As maiores receitas bruta e líquida foram nos tratamentos pulverizados com malathion, independente da forma de aplicação desse produto;
- ✓ O malathion aplicado em todas as fileiras de algodão e em fileiras alternadas, quando o número de botões florais com orifícios de oviposição atinge o nível de 10% é mais econômico que aquele aplicado de forma sistemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.P.; SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. **Manejo Integrado de Pragas do Algodão**. pp. 1034-1098, In: BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. (eds.). *O Agronegócio do Algodão no Brasil*, 2ª ed. Brasília: Embrapa Informação tecnológica. v.2, 2008.
- ALVES, B.L.N.; SILVA, C.A.D.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C. Evaluation of cotton cultivars based on the compensatory increase of cotton squares after simulating damage by the cotton boll weevil. **Bragantia**, v. 80, p. 1-12, 2021.
- ARAÚJO, T.A.; PICANÇO, M.C.; FERREIRA, D.O.; CAMPOS, J.N.D.; ARCANJO, L.P.; SILVA, G.A. Toxicity and residual effects of insecticides on *Ascia monuste* and predator *Solenopsis saevissima*. **Pest Management Science**, vol. 73, n. 11, p. 2259-2266, 2017. <https://doi.org/10.1002/ps.4603>
- ARMAS, F.S.; RAKES, M.; PASINI, R.A.; ARAÚJO, M.B.; NAVA, D.E.; GRÜTZMACHER, A.D. Residual toxicity of four insecticides on larvae and adults of the predator *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 45, e-926, 2023. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452023926>
- ARRUDA, Lucas Souza et al. Colonização e dispersão intra-planta do bicudo-do-algodoeiro em lavouras de algodão. **UFRPE**, 2019.
- ASLAM, S., SH KHAN, A. AHMED E AM DANDEKAR. A história do algodoeiro: do tipo selvagem à domesticação, levando ao seu melhoramento por transformação genética. **American Journal of Molecular Biology** 10 (2):91–127. 2020
- ASLAM, M.N., HAQ, E.; ASLAM, M. Rearing and release technology of two natural enemies (*Cryptolaemus montrouzieri* and *Aenasius bambawalei*) for the management of cotton mealybug. **Pakistan Entomologist**, v. 39, n. 2, p. 19-25, 2017.
- AZEVEDO, F.R.; FREIRE, F.C.O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 47p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, 102).
- BACCI, L., PICANÇO, M.C., SILVA, E.M., MARTINS, J.C., CHEDIK, M., SENA, M.E. Seletividade fisiológica de inseticidas aos inimigos naturais de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: plutellidae) em brassicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 2045-2051, 2009.
- BACCI, L.; PICANÇO, M.C.; DA SILVA, E.M.; MARTINS, J.C.; CHEDIK, M.; SENA, M.E. (2009) Insecticide physiological selectivity to natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Brassicaceae. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 2045-2051, 2009.
- BALABANIDOU, V.; GRIGORAKI, L.; VONTAS, J. Insect cuticle: a critical determinant of insecticide resistance. **Current Opinion in Insect Science**, v. 27, p. 68–74, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.03.001>
- BARROS, E.M., RODRIGUES, A.R.S., BATISTA, F.C., MACHADO, A.V.A. and TORRES, J.B. Susceptibility of boll weevil to ready to use insecticide mixtures. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, e1232018, 2019.

BÉLOT, J.L.; BARROS, E.M.; MIRANDA, J.E. **Riscos e oportunidades: o bicudo-do-algodoeiro**. In: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (Ed.). *Desafios do cerrado*. Cuiabá: MAPA, 2016. p.77-118.

BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, A. C. B.; BOGIANI, J. C. Diagnóstico visual de deficiências nutricionais do algodoeiro. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2013. 11 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica 134).

BRITO GP, COSTA EC, CARVALHO-FERNANDES SP & SANTOSSILVA J. Riqueza de galhas de insetos em áreas de caatinga com diferentes graus de antropização do estado da Bahia, Brasil. *Iheringia. Sér Zool* **108: e2018003**, 2018.

CARVALHO, G.A., GRÜTZMACHER, A.D., PASSOS, L.C., DE OLIVEIRA, R.L. **Physiological and ecological selectivity of pesticides for natural enemies of insects**. In: Souza, B., Vázquez, L., Marucci, R. (eds). *Natural enemies of insect pests in neotropical agroecosystems*. Springer, Cham., 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24733-1_37

CASTILHOS, R., V., GRÜTZMACHER, A., D. seletividade de inseticidas empregados na piscicultura para larvas de *Chrysoperla externa* (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) em semicampo. **Revista Caatinga**, v. 1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n112rc>

CHEN, D.; YE, G.; YANG, C.; CHEN, Y.; WU, Y. Effect after introducing *Bacillus thuringiensis* gene on nitrogen metabolism in cotton. **Field Crops Research**, v. 87, n. 2, p. 235-244, 2005.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: Primeiro levantamento, outubro 2024 – safra 2023/2024. Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 10/11/2022.

Croft BA, Brown AWA. Respostas de inimigos naturais de artrópodes a inseticidas. *Ano Rev Entomol* 20:285–335, 1975.

DUSO C, VAN LEEUWEN T AND POZZEBON A,. Improving the compatibility of pesticides and predatory mites: recent findings on physiological and ecological selectivity. **Curr Opin Insect Sci** 39:63–68, 2020.

EL-BAMBY M. M. M.; MEGAHED M. M. M.; ELHASSAWY M. M. J. Toxicological and biochemical effects of three bioinsecticides on cotton leaf worm, *spodoptera littoralis* (boisd.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) **Biol. Chem. Environ. Sci.**, 2020, 15(4), 1-14.

EMBRAPA. 500 perguntas e respostas sobre algodão. 2004. 96 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/273755/algodao-o-produtor-pergunta-a-embrapa-responde>>. Acesso em: 7 fevereiro 2024.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Pesticides industry sales and usage: 2000 and 2001 market estimates**. Washington (DC): United States Environmental Protection Agency, Biological and Economic Analysis Division, 2004.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Pesticides industry sales and usage – 2006 and 2007 market estimates.** Washington (DC): United States Environmental Protection Agency, Biological and Economic Analysis Division, 2011.

FAO. 2017 <http://www.fao.org/news/story/en/item/469269/icode/>. Acesso em: Fev 2024.

FARRAR, J.J.; ELLSWORTH, P.C.; SISCO, R.; BAUR, M.E.; CRUMP, A.; FOURNIER, A.J.; MURRAY, M.K.; JEPSON, P.C.; TARUTANI, C.M.; DORSCHNER, K.W. Assessing Compatibility of a Pesticide in an IPM Program. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 9(3), n. 1; p. 1–6, 2018. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmx032>

FAUSTINO, R.F.; SILVA, C.A.D.; ZANUNCIO, J.C.; PEREIRA, J.R.; Pereira, A.I.A. Mortality of the cotton boll weevil in drip and sprinkler irrigated cotton crops. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e20210062, 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.248154>

FENNER, K., CANONICA, S., WACKETT, LP & ELSNER, M. Avaliando a degradação de pesticidas no meio ambiente: pontos cegos e oportunidades emergentes. **Ciência** **341** , 752–758, 2013.

FERNANDES, A.M.V.; FARIAS, A.M.I.; VASCONCELOS, S.D. Desenvolvimento do Pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em Três cultivares do algodão herbáceo *Gossypium hirsutum* L. r. *Latifolium* Hutch. **Neotropical Entomology**, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300021>

FERNANDEZ-CORNEJO, J.; NEHRING, R.; OSTEEEN, C.; WECHSLER, S.; MARTIN, A.; VIALOU, A. Pesticide Use in U.S. Agriculture: 21 Selected Crops, 1960-2008, EIB-124, U.S. **Department of Agriculture, Economic Research Service**, May 2014. Disponível em: www.ers.usda.gov/publications/eib-economic-information-bulletin/eib124.aspx. Acesso em: Jan 2024.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides. p. 95-114. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil - parasitoides e predadores**. Piracicaba: Manole, 2002.

GUEDES, R.N.C.; SMAGGHE, G.; STARK, J.D.; DESNEUX, N. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. **Annual Review of Entomology**, v. 61, p. 43–62, 2016.

HILL, M.P.; MACFADYEN, S.; NASH, M.A. Broad spectrum pesticide application alters natural enemy communities and may facilitate secondary pest outbreaks. **PeerJ**, v. 5, art. e4179, 2017. <https://doi.org/10.7717/peerj.4179>

HUANG, X.; XUE, J.; WANG, Y.; WU, X.; TONG, H. Rapid simultaneous determination of organochlorine and pyrethroid pesticide residues in *Lycium barbarum* L. using gas chromatography with electron-capture detector. **Anal. Methods**, v.4, n. 4, p.1132-1141, 2012.

HUSSEN, K.W. Developmental stages of cotton (*Gossypium* spp.) crop. **International Journal of Current Research and Academic Review**, v. 6, n. 9, p. 12-15, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Normais Climatológicas do Brasil**, 1961- 1990 [online]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em Dez. 2023.

ISAAA. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application. Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017: biotech crop adoption surges as economic benefits accumulate in 22 years. **Ithaca**, 2017. 143p. (ISAA Brief, n. 53). Disponível em: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/default.asp> . Acesso em: 17 fev. 2024.

JAMES, C. Global status of commercialized biotech/GM crops: 2009. Ithaca: **ISAAA**, 2009. (ISAAA Brief, n. 41). Disponível em: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/41/>. Acesso em: fev. 2024.

JANSEN. J.P. Beneficial arthropods and pesticides: building selectivity list for IPM. **IOBC/WPRS Bulletin**, v.55, n.1, p.23–47, 2010.

KING, E.E.; LANE, H.C. Abscission of cotton flower buds and petioles caused by protein from boll weevil larvae. **Plant Physiology**, v.44, p. 903-906, 1973.

LABBÉ, P.; ALOUT, H.; DJOGBÉNOU, L.; PASTEUR, N.; WEILL, M. G. Evolution of Resistance to insecticide in disease vectors. In: **Genetics and Evolution of Infectious Diseases**. Elsevier: UK, 2011, pp. 363–409. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384890-1.00014-5>. Acesso em: jan 2024.

LUNA, J. D. A. Evaluación del control biológico de escama blanca *Diaspis boisduvalii* Signoret, 1869 (Hemiptera: Diaspididae) en el cultivo convencional de banano. **Universidad EARTH**, 2018.

LIMA, V. L.; JARDIM, V. L.; SILVA, C. S. B.; QUINTANA, E. D.; MIRANDA, J. E. Pulgão em algodoeiro e seus inimigos naturais. **Revista Cultivar**, v. 23, n. 203, p. 26-28, 2023.

MACHADO, A.V.A.; POTIN, D.M.; TORRES, J.B.; SILVA TORRES, C.S.A. Selective insecticides secure natural enemies action in cotton pest management. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 184, art. 109669, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109669>.

MALATHION. In: AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2023.

MIRANDA, J. E.; TRIPODE, B. M. D.; JARDIM, V. L.; SILVA, C. S. B. Inimigos do pulgão. **Revista Cultivar**, v. 23, n. 201, p. 24-26, 2023.

MIRANDA, J.E.; SILVA, C.S.B. da. Uso de bioinsumos em algodoeiro. **Revista cultivar Grandes Culturas**, p. 11-13, 15 fev. 2022.

MORALES. S.I.; MARTÍNEZ. A.M.; FIGUEROA. J.I.; CAMPOS-GARCÍA. J.; GÓMEZ-TAGLE. A.; LOBIT. P.; SMAGGHE. G.; PINEDA. S. Foliar persistence and residual activity of four insecticides of different mode of action on the predator *Engytatus varians* (Hemiptera: Miridae). **Chemosphere**, v. 235, n.1, p.76-83, 2019.

NEVES, M.F.; PINTO, M.J.A. A cadeia do algodão brasileiro: safra 2016/2017: desafios e estratégias. **Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa)**. Brasília, DF. 2017. 248p.

NICOLOPOULOU-STAMATI, P.; MAIPAS, S.; KOTAMPASI, C.; STAMATIS, P.; HENS, L. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. **Frontiers in Public Health**, 4, p. 148, 2016.

OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **Journal of Applied Entomology**, v. 137, p. 1-15, 2013. <https://doi.org/10.1111/jen.12018>

OOSTERHUIS, D.M.; URWILER, M.J. Cotton main stem leaves in relation to vegetative and yield. **Agronomy Journal**, v. 80, p. 65-68, 1988.

PAPA, G.; CELOTO, F.J. Controle químico do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), pp. 143-153. In: BELOT, J.L. (Ed.). O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843) nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas e controle. Cuiabá, MT: **Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAt)**, 2015. 254p.

PIMENTEL D. Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 46: 273–288. 1993.

QUINTÃO, F.C.S.; FURTADO, J.D. da S.; TRIPÉ, D.M.O.; MIRANDA, J.E. Inseticidas para controle do bicudo do algodoeiro: eficiência, período residual e perdas por escorrimento. In: SPERS, E. E. (Org.). Agrárias: pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo. Curitiba: **Artemis**, 2020. v. 4, p. 55-65. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131918/inseticidas-para-controle-do-bicudo-do-algodoeiro-eficiencia-periodo-residual-e-perdas-por-escorrimento>. Acesso em: 31 jan. 2024.

RAMALHO, F.S.; JESUS, F.M.M.; GONZAGA, J.V. Táticas de manejo integrado de pragas em áreas infestadas pelo bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.5, p.677-690, 1990.

RAMALHO, F. S.; GONZAGA, J. V.; SILVA, J. R. B. Método para determinação das causas de mortalidade natural do bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, p.877-887, 1993.

RAMALHO, F.S. Cotton pest management. Part 4. A Brazilian perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 563–578, 1994.

RAMALHO, F.S.; JESUS, F. M. M. Distribuição de ovos de hll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) eggs within cotton plants. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.65, n. 3, p. 245-248, 1988.

RAPHAEL, J.P.A. Transgenic traits in the cotton crop in Brazil: a review. **Colloquium agrariae**, v. 15, n. 1, p. 115-129, 2019.

RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001.

- RITCHIE, G.L.; BEDNARZ, C.W.; JOST, P.H.; BROWN, S.M. Cotton growth and development. Cooperative Extension Service, the **University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences**, 2007.
- ROLIM, G.G.; ARRUDA, L.S.; TORRES, J.B.; E.M. BARROS, E.M.; FERNANDES, M.G.. Susceptibility of cotton boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) to spinosyns. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 4, p. 1688–1694, 2019.
- SAKTHIVEL, S.; MOHIDEEN, H.S.; RAMAN, C., MOHAMAD, S.B. Potential acetylcholinesterase inhibitor acting on the pesticide resistant and susceptible cotton pests. **ACS Omega**, v. 7, n. 24, p. 20515-20527, 2022. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c07359>.
- SÁNCHEZ-BAYO, F. Indirect Effect of Pesticides on Insects and Other Arthropods. **Toxics**, v. 9, art. 177, 2021.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2018.
- SANTOS, A.; MATOS, E.S.; FREDDI, O.S.; GALBIERI, R.; LAL, R. Cotton production systems in the Brazilian Cerrado: The impact of soil attributes on field-scale yield. **European Journal of Agronomy**, v. 118, p. 126090, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126090>.
- SEAGULL, R.W.; OLIVERI, V.; MURPHY, K.; BINDER, A.; KOTHARI, S. Cotton fiber growth and development 2. Changes in cell diameter and wall birefringence. **The Journal of Cotton Science**, v. 4, p. 97-104, 2000.
- SILVA, A.L.A.L.; SILVA, C.A.D. Concentração eficiente e econômica de caulim para a proteção de algodoeiro contra o bicudo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 9, 763-768, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000900004>
- SILVA, C. A. D. da; BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; CARVALHO, L. P. de. Algodão em pluma. Brasília, DF: Embrapa, 2009. 1 folder. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/659654/algodao-em-pluma>. Acesso em: 05, fev. 2024.
- SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S.; MIRANDA, J.E.; RODRIGUES, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.A. **Sugestões Técnicas para o Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro no Brasil**. Circular Técnica, 135. Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. 2013.
- SILVEIRA NETO, S. Monitoramento e decisão no controle de pragas. In: CROCOMO, W. B. (Org.). **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1990. p. 71-86.
- SUÁREZ-LÓPEZ. Y.A.; HATEM. A.E.; ALDEBIS. H.K.; VARGAS-OSUNA. E. Lethal and sublethal effects of lufenuron on the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Crop Protection**, v.134, p.105217, 2020.
- TCHOUNWOU, P.B.; PATLOLLA, A.K.; YEDJOU, C.G.; MOORE, P.D. Environmental exposure and health effects associated with malathion toxicity. **Toxic Hazard Agrochemicals**, v. 51, 2145-2149, 2015. <https://dx.doi.org/10.5772/60911>.

TORRES, J.B.; BUENO, A.F. Conservation biological control using selective insecticides – A valuable tool for IPM. **Biological Control**, v. 126, p. 53–64, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.07.012>.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) – Foreign Agricultural Service (FAS). 2021. **Crop Explorer**. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/>. Acesso em: 17 fev. 2024.

WARE GW, ESTESEN BJ, CAHILL WP. Organophosphate residues on cotton in Arizona. **Bull Environ Contam Toxicol** 8:361–362. 1972.

WANDERLEY, P.A.; RAMALHO, F.S. Biologia e exigências térmicas de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitoide do bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.4, p.237- 247, 1996.

WENDEL, J.F.; CRONN, R.C. Polyploidy and the evolutionary history of cotton. **Advances in Agronomy**, v. 78, p. 139–186, 2003.

WENDEL, J.F.; GROVER, C.E. Taxonomy and evolution of the cotton genus, *Gossypium*, pp. 25–44. In: FANG, D.D.; PERCY, R.G. Cotton. ASA, CSSA, and SSSA: **Madison**, 2015.
<https://doi.org/10.2134/agronmonogr57.2013.0020>.

YU, K.X.; JANTAN, I.; AHMAD, R.; WONG, C.L. The major bioactive components of seaweeds and their mosquitocidal potential. **Parasitology Research**, v.113, e.9, p.3121- 3141, 2014.

ZHANG, X.; KONG, X.; ZHOU, R.; ZHANG, Z.; ZHANG, J.; WANG, L.; WANG, Q. Harnessing perennial and indeterminate growth habits for ratoon cotton (*Gossypium* spp.) cropping. **Ecosystem Health and Sustainability**, v.6, p. 1715264, 2020.
<https://doi.org/10.1080/20964129.2020.1715264>.

ZONTA, J.H.; BRANDÃO, Z.N.; RODRIGUES, J.I. DA S.; SOFIATTI, V. cotton response to water deficits at different growth stages. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 980-990, 2017.