

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**UTILIZAÇÃO DE FEROMÔNIO PARA CONFUSÃO SEXUAL DE SPODOPTERA  
FRUGIPERDA EM CULTIVOS DE ALGODÃO**

Patricia Batista Alves do Prado Lima  
*Magister Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2023**

**PATRICIA BATISTA ALVES DO PRADO LIMA**

**UTILIZAÇÃO DE FEROMÔNIO PARA CONFUSÃO SEXUAL DE SPODOPTERA  
FRUGIPERDA EM CULTIVOS DE ALGODÃO**

Dissertação Mestrado Profissional  
apresentada à Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Defesa  
Sanitária Vegetal (Profissionalizante),  
para obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

Orientador: Eliseu Jose Guedes Pereira

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2023**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

L732u  
2023  
Lima, Patrícia Batista Alves do Prado, 1982-  
Utilização de feromônio para confusão sexual de  
*Spodoptera frugiperda* em cultivos de algodão / Patrícia Batista  
Alves do Prado Lima. – Viçosa, MG, 2023.  
1 dissertação eletrônica (38 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Eliseu José Guedes Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Entomologia, 2023.

Referências bibliográficas: f. 24-28.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.768>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. *Spodoptera frugiperda*. 2. *Gossypium hirsutum*.  
3. Algodão - Doenças e pragas. 4. Lagartas - Controle.  
5. Feromônios. I. Pereira, Eliseu José Guedes, 1976-  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária  
Vegetal. III. Título.

CDD 22. ed. 595.78

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB-6/2552

**PATRICIA BATISTA ALVES DO PRADO LIMA**

**UTILIZAÇÃO DE FEROMÔNIO PARA CONFUSÃO SEXUAL DE SPODOPTERA  
FRUGIPERDA EM CULTIVOS DE ALGODÃO**

Dissertação Mestrado Profissional  
apresentada à Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Defesa  
Sanitária Vegetal (Profissionalizante), para  
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 13 de dezembro de 2023.

Assentimento:

---

Patricia Batista Alves do Prado Lima  
Autora

---

Eliseu Jose Guedes Pereira  
Orientador

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pela autora em 19/11/2024 às 18:07:17 e pelo orientador em 21/11/2024 às 09:12:28. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **1ELS.GUBN.UL68** e clique no botão 'Validar documento'.

*Dedico ao meu esposo Emerson Lima, minha filha Esther Lima, minha mãe Valdeci Alves e minha tia Benedita Alves.*

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001."

Primeiramente agradeço a Deus.

Agradeço ao meu esposo Emerson Lima que sempre me apoiou.

Agradeço a minha filha Esther pela compreensão em minha ausência.

Agradeço a minha mãe Valdeci e aos meus tios Benedita Alves e Antônio Alves, que cuidaram e me concederam princípios e me sustentaram para que eu pudesse estudar e realizar esse sonho.

Agradeço ao diretor da Provivi, Alexandre Develey pelo apoio e confiança e no meu trabalho.

Agradecimento em especial ao meu Orientador Eliseu Pereira pelo aprendizado e ter me orientado na condução desta tarefa e a minha tutora Jéssica Letícia Abreu Martins pelo apoio.

Agradeço ao Departamento de Entomologia da UFV especialmente o Professor Marcelo Picanço pela oportunidade, aprendizado e credibilidade e ao Roberto Viana pelo apoio, orientação e disposição.



## RESUMO

LIMA, Patricia Batista Alves do Prado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2023. **Utilização de feromônio para confusão sexual de *Spodoptera frugiperda* em cultivos de algodão.** Orientador: Eliseu Jose Guedes Pereira.

Buscando alcançar a sustentabilidade e uma maior e melhor eficiência no controle de pragas, novas estratégias de manejo vêm sendo desenvolvidas e adotadas na agricultura. Feromônios sexuais podem ser utilizados para suprimir o acasalamento de insetos em programas de Manejo Integrado de Pragas, compondo táticas de controle mais sustentáveis. O uso da técnica de confusão sexual consiste em saturar o ambiente com o feromônio sexual da fêmea, o que interfere e/ou bloqueia a comunicação olfativa do macho com a fêmea, reduzindo a reprodução e o crescimento da população da praga. O resultado desejado é proteção das plantas do ataque da praga em questão. Neste contexto, o objetivo neste estudo foi avaliar a eficiência do Pherogen® no controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do algodoeiro. Para tanto, foram conduzidos três ensaios em três propriedades, na Região Oeste da Bahia, nos municípios de Formosa do Rio Preto, São Desidério e Riachão das Neves. Foram avaliados dois tipos de manejo de *S. frugiperda*. Um deles consistiu na aplicação convencional de inseticidas, como praticado por cada uma das propriedades (Padrão Fazenda), e no outro tipo, utilizou-se o feromônio de confusão sexual das mariposas (Pherogen®). Foi avaliado o número de estruturas danificadas por planta e número de lagartas por planta. Houve diferença significativa ( $P < 0,001$ ) para todas as variáveis avaliadas. A confusão sexual com Pherogen® reduziu o número de estruturas danificadas e o manejo convencional adotados nas propriedades para o controle da *S. frugiperda* no algodoeiro, tanto para o número de estruturas danificadas por planta quanto para o número de lagartas capturadas por planta. Espera-se que os resultados encontrados por meio do presente estudo auxiliem a pesquisa agrícola na busca constante pelo desenvolvimento de uma agricultura mais produtiva e sustentável utilizando técnicas alternativas de controle de pragas, especialmente o controle por meio de feromônios que é uma área em ascensão.

Palavras-chave: *gossypium hirsutum* L.; lagartas; utilização de mip; equilíbrio ambiental.

## ABSTRACT

LIMA, Patricia Batista Alves do Prado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2023. **Using sex pheromone for mating disruption of *Spodoptera frugiperda* in cotton fields.** Adviser: Eliseu Jose Guedes Pereira.

Seeking to achieve sustainability and greater and better efficiency in pest control, new management strategies have been developed and adopted in agriculture. Sex pheromones can be used to suppress insect mating in Integrated Pest Management programs, creating more sustainable control tactics. The use of the sexual confusion technique consists of saturating the environment with the female's sexual pheromone, which interferes and/or blocks the olfactory communication between the male and the female, reducing reproduction and growth of the pest population. The desired result is protection of plants from attack by the pest in question. In this context, the objective of this study was to evaluate the efficiency of Pherogen® in controlling *Spodoptera frugiperda* in cotton crops. To this end, three trials were conducted on three properties, in the Western Region of Bahia, in the municipalities of Formosa do Rio Preto, São Desidério and Riachão das Neves. Two types of *S. frugiperda* management were evaluated. One of them consisted of the conventional application of insecticides, as practiced by each of the properties (Padrão Fazenda), and in the other type, the moths' sexual confusion pheromone (Pherogen®) was used. The number of damaged structures per plant and the number of caterpillars per plant were evaluated. There was a significant difference ( $P < 0.001$ ) for all variables evaluated. Sexual confusion with Pherogen® reduced the number of damaged structures and the conventional management adopted on properties to control *S. frugiperda* in cotton, both for the number of damaged structures per plant and for the number of caterpillars captured per plant. It is expected that the results found through this study will assist agricultural research in the constant search for the development of more productive and sustainable agriculture using alternative pest control techniques, especially control using pheromones, which is an area on the rise.

Keywords: *gossypium hirsutum* L.; caterpillars; use of mip; environmental balance.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	23
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	24
<b>6. TABELAS E FIGURAS</b> .....	29
<b>Tabela 1.</b> Relação dos tratamentos, número médio de estruturas danificadas por planta e número médio de lagartas quantificadas por planta nas áreas avaliadas durante o experimento.....	29
<b>Tabela 2.</b> Efeito do uso de feromônio para confusão sexual (Pherogen®) na redução da injúria (número médio de estruturas danificadas por planta) e na densidade populacional (número médio de lagartas quantificadas por planta) de <i>Spodoptera frugiperda</i> nas áreas avaliadas durante a pesquisa. ....	30
<b>Figura 2.</b> Pulverização aérea em área de algodão para controle de pragas. Foto: Autora, 2023. ....	33
<b>Figura 3.</b> Lagarta <i>Spodoptera frugiperda</i> atacando a maçã de uma planta de algodoeiro. Foto: Autora, 2023. ....	34
<b>Figura 4.</b> As aplicações dos tratamentos na cultura do algodão no estádio B1, realizadas a cada 10 dias, seguindo o modelo de controle das fazendas. Foto: Autora, 2023. ....	35
<b>Figura 5.</b> Maçã de algodão atacada pela lagarta <i>Spodoptera frugiperda</i> . Foto: Autora, 2023. ....	36
<b>Figura 6.</b> Armadilha em área de algodão na Bahia para captura de insetos adultos. Foto: Autora, 2023. ....	37
<b>Figura 7.</b> Insetos adultos capturados em áreas de algodão com tratamento Pherogen® (Provivi) e com padrão fazenda. Foto: Autora, 2023. ....	38

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio tem importância econômica mundial e é fator essencial para o Brasil devido à sua grande participação na pauta de exportações brasileiras. O agronegócio representa, no Brasil, o segmento econômico que tem uma grande taxa de adoção de tecnologia nacional e se distingue pela competitividade em nível mundial.

No cenário mundial do agronegócio aparece o algodoeiro, que é uma planta que produz uma fibra de grande importância econômica e social para o mundo, apresentando uso em diversos segmentos, como na indústria têxtil, alimentícia e no setor de papel e celulose.

Os maiores produtores mundiais de algodão são Índia, China, Estados Unidos, Brasil e Paquistão, com uma representatividade de cerca de 74 % do total da fibra produzida no planeta (ICAC, 2023).

De acordo com os dados da CONAB (2023a), o aumento na produtividade e na área destinada a cotonicultura para safra 2022/2023 fará a produção atingir 3,04 milhões de toneladas, apresentando um crescimento de 19,2% comparado com a safra anterior (2021/2022). As exportações brasileiras atingiram 123,9 mil toneladas no mês de janeiro deste ano de 2023. Foi o pior desempenho dos últimos três anos para este mês. O aumento da produção brasileira somada à queda do consumo levarão a um aumento do estoque final da safra 2022/2023 em torno de 24%, totalizando 1.785,7 mil toneladas.

Os maiores produtores nacionais são os estados de Mato Grosso, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, tendo Mato Grosso mantido sua posição em primeiro lugar desde 2020 (CONAB, 2023b).

Com a expansão da cotonicultura vem o crescimento da implantação de grandes áreas com culturas e surge a necessidade crescente do controle de pragas, em larga escala, o que fomenta o desenvolvimento de inseticidas para prevenir as perdas agrícolas e a dispersão das doenças. A planta de algodoeiro é susceptível ao ataque de pragas desde as raízes até os capulhos, podendo afetar a produtividade e suas características fisiológicas, impedindo assim, que a cultura atinja seu máximo rendimento produtivo (SANTOS, 2015; RODRIGUES et al., 2019; PUJA et al., 2021; SILVA et al., 2022).

O período que compreende desde o florescimento até a frutificação da planta de algodoeiro pode durar até sete semanas, dependendo das condições do ambiente e da cultivar. Conseqüentemente, o período em que se observa a abertura total das maçãs na planta de algodão se dá entre quatro e sete semanas e o período de abertura de cada maçã na planta, é observada a partir da maturidade fisiológica, pode variar de 7 a 15 dias, devido ao processo de desidratação, influenciado pela ação do hormônio etileno (MORGAN et al., 1971; SIMPSON e MARSH, 1977).

Dentre as pragas de importância na agricultura aparece a lagarta *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), também conhecida como lagarta-do-cartucho que é uma praga polífaga, sendo considerada uma praga importante na cultura do algodoeiro, pois se alimenta de várias partes da planta, prejudicando todo seu desenvolvimento (MIRANDA et al., 2015).

As larvas maiores da *S. frugiperda* alimentam-se internamente em estruturas de frutificação, tornando mais difícil o controle químico, pois os inseticidas normalmente utilizados não conseguem penetrar nessas estruturas da planta, tornando ineficiente o seu uso, já que o inseto, muitas vezes, não é atingido, permitindo o seu desenvolvimento na plantação (HARDKE et al., 2015).

Os danos causados por insetos pragas são um dos principais fatores que levam à redução na produção das principais culturas agrícolas. No entanto o estudo toxicológico dos efeitos agudos e crônicos da exposição a estes agentes químicos revelaram que muitos inseticidas clássicos são tóxicos às espécies não alvo e também aos mamíferos e humanos (LOPES et al., 2009).

De acordo com Lopes et al. (2009), para algumas classes de inseticidas, como os organofosforados, é reconhecido o efeito cumulativo sob uma exposição prolongada, o que levou a um controle regulatório mais restrito pela agência americana – USEPA – que restringiu o uso de inseticidas clássicos como os hidrocarbonetos organoclorados, organofosforados e carbamatos ou mesmo ao cancelamento de uso, como aconteceu com o DDT.

A demanda social pela conservação do meio ambiente e por alimentos livres de agrotóxicos tem imposto restrições ao uso de defensivos agrícolas sintéticos e criado desafios à ciência para a exploração dos recursos naturais no controle de pragas que causam prejuízo expressivo à agricultura. O uso não restrito de inseticidas altamente tóxicos, por muitas décadas, tem provocado efeitos negativos para o ambiente e o envenenamento de espécies não alvo. Devido a isto,

o Manejo Integrado de Pragas foi criado, com um grande suporte dos semioquímicos, compostos ou misturas de compostos com ações específicas em pragas, dos quais os feromônios são os principais componentes (GULART et al., 2015; WITZGALL et al., 2010).

O Manejo Integrado de Pragas tem sua concepção datada dos anos 40, com o desenvolvimento de estratégias combinando todas as técnicas disponíveis e possíveis de serem executadas para a obtenção de resultados positivos, minimizando os efeitos negativos, buscando um equilíbrio com benefícios em termos de maior sustentabilidade (SHANI, 2000). Com isso, o setor agrícola tem a necessidade de estar aliado aos avanços na produtividade e qualidade de produtos, insumos e recursos, na agregação de valor, em sistemas de apoio à defesa sanitária, na garantia da segurança ambiental e na inocuidade de alimentos. Isso exige uma contínua incorporação de inovações, na forma de conhecimentos científicos e tecnológicos. Assim, novas estratégias de controle têm sido pesquisadas. O uso de feromônios sexuais é uma estratégia que apresenta grande potencial no controle de pragas agrícolas (ZARBIN et al., 2009; DEGEN et al., 2005).

Os feromônios são classificados de acordo com a ação por ele provocada no organismo receptor do sinal químico. Sendo assim caracterizados na ação comportamental gerada no organismo receptor deste sinal em: sexual, liberado para atrair o sexo oposto; de agregação, liberado para indicar uma fonte de alimento; de trilha, liberado para auxiliar na orientação dos insetos; de alarme, liberado para indicar perigo; e de oviposição, liberado para demarcar o lugar onde foram depositados os ovos, evitando que outra fêmea oviposite no mesmo lugar. Dentre os citados, os feromônios sexuais e de agregação são os mais utilizados no controle de pragas (BOARETTO & BRANDÃO, 2000). Além do uso para fim de monitoramento, é possível o emprego desses feromônios para o controle da praga.

O uso da técnica de confusão sexual consiste em saturar o ambiente com o odor da fêmea, o que interfere ou bloqueia a comunicação olfativa entre parceiros sexuais. A liberação do feromônio sexual tem a finalidade de confundir o macho e dificultar o encontro e o acasalamento dos insetos, o que dificultaria a reprodução da espécie e resultaria em declínio populacional (CARDÉ e MINKS, 1995). Esta técnica consiste em saturar o ambiente de um ambiente com feromônios sexuais, a fim de desorientar o macho e impedir o acasalamento (VILELA & LUCIA, 2001).

A utilização da técnica de confusão sexual, assim como a coleta massal, é um método de controle. O conceito da confusão sexual, confundimento ou ainda interrupção de acasalamento, baseia-se na interferência ou impedimento da transmissão de sinais entre os parceiros sexuais. Isto tem sido obtido com a liberação de uma quantidade maior de feromônio sintético na área em que se deseja o controle, para diminuir ou impedir o inseto de localizar seu respectivo parceiro e, dessa forma, reduzir o acasalamento e, conseqüentemente, sua nova geração.

Os insetos usam os feromônios sexuais para se comunicarem para a cópula. A saturação da cultura com o feromônio sintético pode quebrar a comunicação química e assim impedir o acasalamento. Assim a técnica de impedir o acasalamento, tornou-se a aplicação mais comumente utilizada dos semioquímicos para o controle de populações de insetos, (RHAINDS et al., 2012; BAKER & HEATH, 2005) diferentemente da coleta massal, onde, para ser efetivo, o feromônio natural não é utilizado para impedir o acasalamento e sim para a coleta visando a redução da população. Uma mistura de feromônios, moléculas atrativas e não atrativas, são usadas uma vez que as misturas podem resultar na redução de custos (CORK et al., 2009; STELINSKI et al., 2008; RYNE, et al., 2001).

Para a *S. frugiperda*, o primeiro composto identificado como parte do feromônio foi o acetato de Z-9-tetradecenila (BATISTA-PEREIRA et al., 2006). Outros compostos identificados foram o acetato de Z-7-dodecenila e o acetato de Z-11-hexadecenila (TUMLINSON et al., 1986). No Brasil, é comercializado o feromônio da *S. frugiperda* na forma de uma mistura dos três acetatos, de Z-9-tetradecenila, Z-7-dodecenila e Z-11-hexadecenila, chamado de Bio Spodoptera. Porém, o produto não é fabricado no Brasil, mas importado de empresas internacionais, que fabrica e formula o feromônio (AGROFIT). Este tipo de situação pode encarecer seu custo de venda, limitando o acesso do produto aos produtores devido ao valor necessário a compra.

Atualmente um produto que vem sendo utilizado no manejo da lagarta do cartucho no algodoeiro é o Pherogen Spray FAW que é composto por dois dos principais compostos que formam o feromônio sexual da *Spodoptera frugiperda*: z9 e z11. Estes dois ingredientes são sintetizados em larga escala e são microencapsulados em cápsulas de polímeros e suspensos em uma formulação de suspensão de encapsulados. Estas cápsulas são responsáveis por garantir a lenta liberação dos ingredientes ativos após a aplicação do produto em campo.

Tendo em vista todo exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a eficiência do Pherogen® no controle da *S. frugiperda* na cultura do algodoeiro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em três propriedades, na Região Oeste da Bahia, nas cidades de Formosa do Rio Preto-BA (Fazenda A), Correntina-BA (Fazenda B) e Riachão das Neves-BA (Fazenda C). Nas áreas cultivadas com algodão foram avaliados dois manejos no controle da lagarta *S. frugiperda*. Os manejos consistiram na aplicação convencional de inseticidas, praticado por cada uma das propriedades (Controle Padrão Fazenda), e no controle utilizando-se o feromônio de confusão sexual (Controle com Pherogen®). Em função da alta capacidade de reprodução da espécie, e do experimento ter sido conduzido em áreas comerciais, não foi possível a utilização de uma testemunha absoluta, sem a aplicação de defensivos. Logo os tratamentos foram dispostos da seguinte maneira: T1- Controle Padrão Fazenda A; T2- Controle com Pherogen® para cada uma das propriedades (Fazenda A, Fazenda B e Fazenda C). As aplicações dos tratamentos foram iniciadas no estágio B1 da cultura, sendo realizadas via pulverizador terrestre e por avião, seguindo os intervalos de 7 a 10 dias.

Instalou-se a área do padrão fazenda na direção do vento e a área de Pherogen® mais para frente para não ir deriva de produto, evitando assim uma possível interferência.

Fazenda A (sistema de plantio irrigado): Pivô 2A/AB, cultivar IMA 5801 B2 RF, 140 ha tratados e 140 ha testemunha (banda de pivô), plantio: 26/01/2022, emergência 26/01/2022. Instalação das armadilhas 04/04/2022. Aplicações de Pherogen® : 10/04, 18/04, 26/04, 03/05, 11/05, 18/05, 25/05, 03/06, 13/06, 20/06.

Fazenda B (sistema de plantio sequeiro): Talhão 23 dividido ao meio, sendo 200 ha tratados e 200 ha testemunha, variedade IMA 5801 B2 RF, data de plantio: 02/12/21, data de emergência: 09/12/21, instalação das armadilhas 26/01/22, Aplicações de Pherogen®: 10/02/22, 23/02/22, 04/03/22, 17/03/22, 28/03/22, 20/04/22, 26/04/22, 04/05/22, 14/05/22, 23/05/22.

Fazenda C (sistema de plantio irrigado): Pivô 11B e 12B, cultivar IMA 5801 B2 RF, 175 ha tratados e 175 ha testemunha (cada banda de pivô), pivô inteiro dessa fazenda é de 350 há. Plantio: 27/01/22, emergência: 04/02/22, instalação das armadilhas 27/01/22. Aplicações de Pherogen®: 01/04/22, 09/04/22, 21/04/22, 29/04/22, 08/05/22, 14/05/22, 28/05/22, 13/06/22, 18/06/22, 23/06/22.

As variáveis analisadas foram o número de estruturas danificadas por planta (avaliadas em 5 plantas por ponto), e o número de lagartas por planta (avaliadas em 5 plantas por ponto), num total de quatro pontos, totalizando 20 plantas por ponto. Foram realizadas um total de 10 avaliações, em intervalos de sete dias.

Os dados foram transformados para o formato raiz quadrada de X, visando sua normalização e em seguida foram submetidos a análise de variância, seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado, considerando-se diferenças significativas para os tratamentos se o P valor de fosse igual ou inferior a 1% ( $p < 0,01$ ). Após a realização da análise de variância, as médias foram agrupadas pelo teste de agrupamento de F da análise de variância a 1 % de probabilidade de erro.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se pela análise de variância que houve diferença significativa ( $P < 0,001$ ) para todas as variáveis avaliadas, indicando que existe diferença entre a utilização do Pherogen® e o manejo convencional adotado nas propriedades para o controle da *S. frugiperda* no algodoeiro, tanto para o número de estruturas danificadas por planta quanto para o número de lagartas capturadas por planta.

No presente estudo os coeficientes de variação apresentados foram de 37,43 e 54,68%, para o número de estruturas danificadas por planta e o número de lagartas capturadas por planta, respectivamente. O coeficiente de variação (CV%) é uma medida de dispersão de dados experimentais, essa medida possibilita o estabelecimento de faixas de valores que orienta os pesquisadores sobre a precisão experimental (SNEDECOR; COCHRAN, 1980).

O coeficiente de variação ou erro experimental é definido como a variação devido à fatores não controlados ou que ocorrem ao acaso (STEEL; TORRIE, 1980). Neste sentido o erro experimental pode ocorrer devido à vários fatores, como: competições intra e interparcelar, heterogeneidade do ambiente, heterogeneidade do material experimental e variabilidade genética do material experimental (LE CLERG, 1967; STORCK et al., 2005). Garcia (1989), afirma que o coeficiente de variação (CV) admite a comparação entre variáveis de naturezas diferentes, no que diz respeito a precisão dos dados, sendo que quanto menor o CV mais homogêneos são os dados adquiridos sobre as mesmas condições e menor é a variação do acaso.

O coeficiente de variação esperado para os ensaios agrícolas de campo é entre 10% e 20% (CAMPOS, 1984), no presente estudo os valores apresentados foram mais elevados. Segundo Gomes (1991), coeficientes de variação acima de 30% em experimentos de campo são considerados muito altos e de baixa precisão. No presente estudo percebemos que as duas variáveis avaliadas (número de estruturas danificadas por planta e número de lagartas capturadas por planta) apresentaram CVs acima de 30%, que pela classificação de Gomes (1991) são considerados muito altos. Porém, por serem variáveis obtidas por meio de caracteres de contagem, já era esperado coeficientes de variação mais elevados.

Porém essa classificação não leva em consideração a cultura estudada e, principalmente, o caráter que está sendo considerado. Neste sentido, Garcia (1989) propõe que sejam realizados estudos específicos para cada cultura e variável avaliada,

para que, através da média obtida entre os diferentes experimentos, encontre-se as faixas de valores de coeficiente de variação aceitáveis para cada situação de modo particular.

Para o número de estrutura danificada por planta o maior valor médio foi observado na propriedade B utilizando o controle padrão para *S. frugiperda*, o valor médio encontrado diferiu do manejo utilizando Pherogen® pelo teste F da análise de a 1% de probabilidade de erro (Tabela 1). Nessa mesma propriedade (B) foi o local que apresentou o maior valor médio de estruturas danificadas por planta (17,40). Ainda a respeito da propriedade B, o tratamento utilizando Pherogen® além de diferir do manejo padrão utilizado na propriedade, apresentou o maior valor médio de estruturas danificadas por planta de 2,40. Isso possivelmente aconteceu em decorrência da maior quantidade de lagartas observadas por planta na propriedade B.

Os demais tratamentos, propriedade C e propriedade A utilizando controle padrão e controle com Pherogen®, também, apresentaram diferenças estatísticas significativas e as médias de estruturas danificadas por plantas foi sempre maior quando foi utilizado unicamente o manejo padrão da propriedade, tanto na propriedade A quanto na propriedade C. Os valores médios diferiram estatisticamente pelo teste F da análise de variância a 1% de probabilidade de erro nas duas propriedades quando comparados os manejos padrão de cada propriedade e o manejo com Pherogen®, sendo que em todas as propriedades, A, B e C, a utilização do controle com Pherogen® apresentaram os menores valores médios de estruturas danificadas por planta sempre diferindo estatisticamente pelo teste F da análise de variância a 1% de probabilidade de erro. Esses resultados indicam que uma propriedade que planta algodão, mesmo se for bem manejada, pode inserir a utilização do Pherogen® no seu programa de manejo, pois, certamente alcançará resultados satisfatórios de controle da *S. frugiperda*. E conseqüentemente terá melhores valores de produtividade.

A vantagem da inserção do Pherogen® no sistema de manejo será a utilização de um produto que auxilia na proteção do meio ambiente, equilibrando a população de pragas que causam danos econômicos e também ajudando na preservação dos inimigos naturais, almejando atingir um desenvolvimento sustentável na produção agrícola.

Outra vantagem a ser analisada é uma possível redução no custo do controle de pragas utilizado na propriedade, os quais vêm se tornando cada vez mais elevados. Porque a utilização do manejo com um único produto pode reduzir muito o custo total de controle, a começar pela redução na quantidade de aplicação necessária. Um ponto importante a ser considerado é a utilização da associação entre os métodos de controle alternativos o agroecossistema seja manejado de maneira correta.

Quanto ao número de lagartas por planta o maior valor médio foi observado na propriedade B utilizando com o controle padrão, sendo encontrada em média 2,99 lagartas por planta (Tabela 2). Esse tratamento diferiu estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade de erro dos demais tratamentos pelo teste F da análise de variância. O segundo maior valor médio de número de lagartas por plantas foi observado na propriedade C, também, utilizando o controle padrão.

Devido a severidade do ataque de *S. frugiperda* na cultura do algodão o controle tem sido realizado através de inseticidas químicos (VALICENTE e FONSECA, 2004), porém essa praga tem apresentado resistência aos inseticidas (YU, 2006). Assim, a busca por métodos alternativos de controle de insetos-praga tem sido estudada por vários pesquisadores devido à necessidade de uma agricultura sustentável. Essa busca gera perspectivas de uma possível utilização cada dia mais crescente dos métodos alternativos, entre eles a utilização do feromônio de controle sexual de insetos.

As propriedades B e C, utilizando o controle com Pherogen<sup>®</sup>, apresentaram valores médios muito próximos para o número de lagartas encontradas por planta, sendo esses valores menores quando comparados com o padrão fazenda nas duas propriedades, e diferiram estatisticamente pelo teste F, nas duas propriedades. Enquanto a propriedade A tanto utilizando o controle padrão quanto o Pherogen<sup>®</sup> não diferiu estatisticamente entre si pelo teste F da análise de variância a 1% de probabilidade de erro, quanto ao número médio de lagartas encontradas por planta. Essa propriedade apresentou os menores valores tanto de estruturas danificadas pelas lagartas quanto para o número médio de lagartas encontradas por planta.

O controle de pragas que atacam qualquer parte da planta do algodoeiro se faz necessário para se obter um crescimento e desenvolvimento adequado da mesma. Porém o controle das pragas que atacam e danificam estruturas de interesse comercial, como é o caso das maçãs do algodoeiro, é de extrema importância para garantir uma maior produção e produtividade por área. E no caso,

a utilização de um controle alternativo ou a junção de técnicas de controle pode ser a melhor escolha para o agricultor.

Já foi relatado em algumas pesquisas que a partir do momento em que as lagartas já completaram seu desenvolvimento, deslocam-se para o solo onde permanecem um período sem alimentação, sendo denominado período pré-pupal, transformando em pupa um ou dois dias depois (GALLO et al., 2002; AVILA et al., 1997). O período de pupa tem a duração de 8 a 25 dias, dependendo da temperatura (MIRANDA, 2006). Campos et al. (2012), observaram que o ciclo total das lagartas de *S. frugiperda* foram de 26,6 a 32,5 dias quando alimentadas com diferentes cultivares de algodão comercial.

De modo geral, para o monitoramento de pragas utiliza-se como estratégia a captura de insetos adultos através de armadilhas adesivas iscadas com o feromônio sexual, atraindo principalmente os machos das espécies monitoradas. Já para a realização do monitoramento das lagartas e obtenção de uma observação precisa sobre a real densidade populacional das pragas no campo é utilizado o pano de batida (CORRÊA-FERREIRA, 2012).

Os dados referentes aos insetos adultos capturados em armadilhas, juntamente com o conhecimento do nível da infestação de imaturos ou do dano da praga na cultura, servem de base para o desenvolvimento de modelos de previsão de infestação quando se faz uma correlação entre estes parâmetros de amostragens (PRASANNAKUMAR et al., 2009; NEVES et al., 2018). Fatores diversos podem estar relacionados à flutuação populacional de adultos de lepidópteros no campo, tanto na cultura do algodão quanto em outras culturas, dentre eles, os climáticos tais como temperatura e umidade relativa do ar.

Cabe ressaltar que a evolução da resistência às medidas de controle em populações de insetos é um processo natural ao longo do tempo, essa resistência dificulta o controle das pragas na agricultura. Entretanto, para gerenciar e mitigar o desenvolvimento dessas resistências são necessárias medidas alternativas de controle que alcancem resultados satisfatórios. Para isso, pesquisas acerca de métodos de controle alternativos são vistas como primordiais (HARRISON et al., 2019). E a utilização de feromônios pode ser uma alternativa viável na cultura do algodoeiro para controle da *S. frugiperda*. Mas para isso ainda se faz necessário a continuidade nas pesquisas, testes em regiões diferentes, entre outros.

Espera-se que os resultados encontrados por meio do presente estudo auxiliem a pesquisa agrícola na busca constante pelo desenvolvimento de uma agricultura mais

produtiva e sustentável utilizando técnicas alternativas de controle de pragas, especialmente o controle por meio de feromônios que é uma área em ascensão.

#### **4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização do Pherogen<sup>®</sup> é eficiente no controle de *S. frugiperda* na cultura do algodão. Porém, mais estudos como esse são necessários para ampliação do entendimento a respeito do comportamento dos insetos frente ao controle usando feromônios, tanto no algodoeiro quanto em outras culturas. Assim, como torna-se imprescindível o conhecimento da ação desses produtos em outras regiões produtoras do país, buscando alcançar informações alicerçadas em conhecimento prático e científico.

A agricultura só tem a ganhar com os avanços nas pesquisas utilizando medidas de controle combinadas, bem como com a utilização cada dia mais crescente de produtos naturais, que buscam o equilíbrio do ambiente mais pelo manejo do que pela ação direta sobre o meio.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, C. J.; DEGRANDE, P. E. & GOMEZ, S. A. Insetos-pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle. In: EMBRAPA. **Milho**: informações técnicas. Dourados: Embrapa-CPAO. 177 p., 1997.

BAKER, T. C. & HEATH, J. J. Pheromones: function and use in insect control. **Comprehensive Molecular Insect Science**, v. 6, p. 407-459, 2005.

BATISTA-PEREIRA, L. G.; STEIN, K.; PAULA, A. F.; MOREIRA, J. A.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; PERRI JR, J. & CORRÊA A. G. Isolation, Identification, Synthesis, and Field Evaluation of the Sex Pheromone of the Brazilian Population of *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Chemical Ecology*, v. 32, n, 5, p. 1085–1099, 2006.

BOARETTO, M. A. C. & BRANDÃO, A. L. S. **Utilização de feromônios no controle de pragas**. Entomologia/UESB, mai. 2000. Disponível em: <http://www.uesb.br/entomologia/ferom.html>. Acesso em: 03 abril. 2023.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984.

CAMPOS, Z. R.; BOIÇA-JÚNIOR, A. L.; VALÉRIO FILHO, W. V.; CAMPOS, O. R. & CAMPOS, A. R. The feeding preferences of *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton plant varieties. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 2, p. 125-130, 2012.

CARDÉ, R. T. & MINKS, A. K. (1995) **Insect pheromone research: new directions**. New York: Chapman & Hall. 648p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v. 6, Safra 2022/23, Sexto levantamento, Brasília, p. 1-117, 2023b.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **AgroConab**, Brasília, DF, v. 3, n. 2, fev/2023a.

CORK, A.; DE SOUZA, K.; KRISHNAIAH, K.; KUMAR, D. V. S. S. R.; REDDY, A. A. & CASAGRANDE, E. Control of yellow stem borer, *Scirpophaga incertulas* (Lepidoptera: Pyralidae) by mating disruption on rice in India: effect of unnatural pheromone blends and application time on efficacy. **Bulletin Entomological Research**, v. 86, n. 5, p. 515-524, 2009.

CORRÊA-FERREIRA, B. Amostragem de pragas da soja. In: HOFFMANN, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & MOSCARDI, F. (Ed). **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Brasília, DF: Embrapa. 2012, p. 631-672.

DEGEN, T. H.; CHEVALLIER, A. & FISCHER, S. Evolution de la lutte phéromonale contre les vers de la grappe. Revue Suisse de Viticulture. **Arboriculture e Horticulture**, v. 37, n. 5, p. 273-280, 2005.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Circular Técnica/IPEF, Piracicaba, n. 171, novembro, 1989.

GOMES, F. P. **O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação**. Circular Técnica/IPEF, Piracicaba, n. 178, maio, 1991.

GOULART, H. F.; LIMA, M. R. F.; DE MORAIS, R. K. S. & BERNARDO, V. B. Feromônios: Uma Alternativa Verde para o Manejo Integrado de Pragas. **Revista Virtual de Química**, v. 7 n. 4, p. 1205-1224, 2015.

HARDKE, J. T.; LORENZ, G. M. & LEONARD, B. R. Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Ecology in Southeastern Cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 1086–1093, 2015.

HARRISON, R. D.; THIERFELDER, C.; BAUDRON, F.; PETER CHINWADA, P.; MIDEGA, C.; SCHAFFNER, R. & BERG, J. V. D. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. **Journal of Environmental Management**, v. 243, n. 1, p. 318-330, 2019.

ICAC – International Cotton Advisory Committee. **Production of Cotton Lint in '000 Metric Tonnes Season 2019/20**. 2020.

LE CLERG, E. L. Significance of experimental design in plant breeding. In: Plant breeding symposium, 1967, Ames. **Anais...** Ames: Iowa State University, 1967.

LOPES, J. R. S. & OMOTO, S. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p. 2002.

LOPEZ, O.; FERNANDEZ-BOLANOS, J. G. & GIL, M. V. New trends in pest control: the search for greener insecticides. **Green Chemistry**, v. 7, n. 6, p. 431-442, 2009.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. A. de; SILVA, C. A. D. da; ALMEIDA, R. P. de; RAMALHO, F. de S. **Guia de identificação de pragas do algodoeiro**. 1 ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2015. 69 p.

MORGAN, P. W.; BEYER, E. M.; LIPE, J. A.; McAFEE, J. A. **Ethylene, a regulator in cotton leaf shed and boll opening**. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1971, Atlanta, GA. Proceedings... Memphis, TN: National Cotton Council of America, 1971. p. 42-43.

NEVES, R. C. S.; TORRES, J. B.; BARROS, E. M. & VIVAN, L. M. V. Boll weevil within season and off-season activity monitored using a pheromone-and-glue reusable tube trap. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 4, p. 313-320, 2018.

PRASANNAKUMAR, N.; CHAKRAVARTHY, A.; KUMAR, L. V. Relationship between pheromone trap catches and field damage of selected lepidopterous pests on

vegetable crops. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, v. 15, n. 1, p. 63-67, 2009.

PUIA, J. D.; MARTINS B. R.; BORSATO, L. C., & VIGO, S. C. Comportamento diferencial de genótipos de algodoeiro à *Cercospora grossypina*. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 163-166, 2021.

RHAINDS, M.; KETTELA, E.G. & SILK, P.J. Thirtyfive years of pheromone-based mating disruption studies with *Choristoneura fumiferana* (Clemens) (Lepidoptera: Tortricidae). **Canadian Entomology**, v. 144, n. 3, p. 379-395, 2012.

RODRIGUES, S. M. M.; PITTA, R. M. & SANTOS, N. C. Effect of the larval density of *Chrysodeixis includes* (Lepidoptera, Noctuidae) on cotton yield. **Nativa**, v. 7, n. 5, p. 490-493, 2019.

RYNE, C.; SVENSSON, G. P. & LÖFSTEDT, C. Mating disruption of *Plodia interpunctella* in small-scale plots: effects of pheromone blend, emission rates, and population density. **Journal of Chemical Ecology**, v. 27, n. 10, p. 24-2109, 2001.

SANTOS, R. O.; DEGRANDE, P. E.; AZAMBUJA, R.; SOUZA, E. P. & LEAL, M. F. Biologia de fases imaturas de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro bt e não-bt. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 10, Foz do Iguaçu. **Anais...Foz do Iguaçu**, 2015.

SHANI, A. Chemical communication agents (pheromones) in integrated pest management. **Drug Development Research**, v. 3, n. 4, p. 400-4005, 2000.

SILVA, J. V. B.; GOMES, R. S. S.; CARVALHO, T. K. N.; LACERDA, A. V.; RODRIGUES, R. M. & MEDEIROS, J. G. F. Controle de patógenos em sementes de algodão com o uso de *Trichoderma harzianum*. **Nativa**, v. 10, n. 2, p. 204-210, 2022.

SIMPSON, M. E.; MARSH, P. B. Vascular anatomy of cotton carpels as revealed by digestion in ruminal fluid. *Crop Science*, v. 17, p. 819-821. 1977.

SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Ames: The Iowa State University, 1980.

STELINSKI, L. L.; MILLER, J. R. & ROGERS, M. E. Mating disruption of citrus leaf miner mediated by a noncompetitive mechanism at a remarkably low pheromone release rate. **Journal of Chemical Ecology**, v. 34, n. 8, p. 13-1107, 2008.

STORCK, L.; OLIVEIRA, S. J. R. de; GARCIA, D. C. & BISOGNIN, D. A. Comprimento e largura do tamanho ótimo da parcela experimental em batata. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p.1043- 1048, 2005.

TUMLINSON, J.; MITCHELL, E. R.; TEAL, P. E.; HEATH, R. R. & MENGELKOCH, L. J. Sex pheromone of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) 1 Identification of Components Critical to Attraction in the Field. **Journal of Chemical Ecology**, v. 12, n. 9, p. 1909- 1926, 1986.

VALICENTE, F. H. & FONSECA, M. M. Susceptibilidade da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda*, a diferentes isolados de *Bacillus thuringiensis*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 21-29, 2004.

VILELA, E. F. & LUCIA T. M. C. D. (2001) **Feromônios de insetos: Biologia, química e emprego no manejo de pragas**. Viçosa: Imprensa Universitária UFV. 155 p.

WITZGALL, P.; KIRSCH, P. & CORK, A. Sex Pheromones and Their Impact on Pest Management. **Journal of Chemical Ecology**, v. 36, n. 1, p. 80– 100, 2010.

YU, S. J. Insensitivity of acetylcholinesterase in a field strain of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 84, n. 2, p. 135-142, 2006.

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

## 6. TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Relação dos tratamentos, número médio de estruturas danificadas por planta e número médio de lagartas quantificadas por planta nas áreas avaliadas durante o experimento.

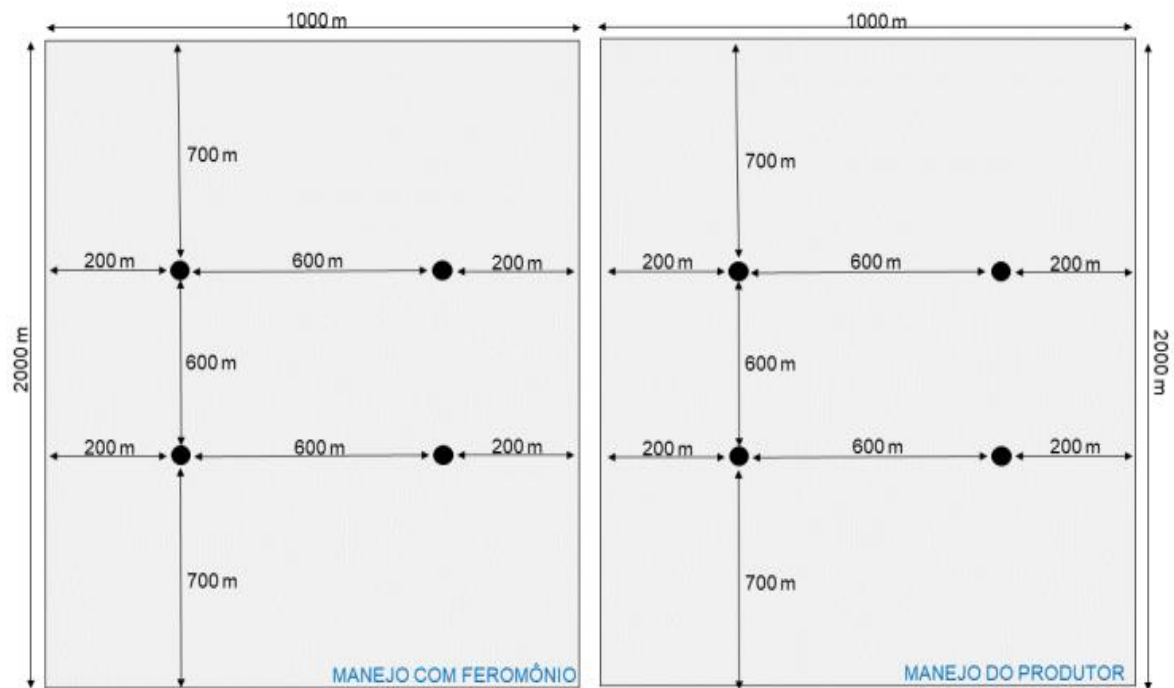
Tratamento	Número de estruturas danificadas/planta	Número de lagartas/planta
Fazenda A (Controle Padrão Fazenda)	2,20 a	0,20 a
Fazenda A (Controle com Pherogen®)	0,20 b	0,00 a
Fazenda B (Controle Padrão Fazenda)	17,40 a	2,99 a
Fazenda B (Controle com Pherogen®)	2,40 b	1,15 b
Fazenda C (Controle Padrão Fazenda)	3,40 a	1,77 a
Fazenda C (Controle com Pherogen®)	0,80 b	1,08 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F da análise de variância a 1 % de probabilidade de erro. Os dados foram transformados em raiz quadrada de X para a realização da análise de variância.

**Tabela 2.** Efeito do uso de feromônio para confusão sexual (Pherogen®) na redução da injúria (número médio de estruturas danificadas por planta) e na densidade populacional (número médio de lagartas quantificadas por planta) de *Spodoptera frugiperda* nas áreas avaliadas durante a pesquisa.

Local	Manejo	Número de estruturas danificadas/planta	Taxa de redução	Número de lagartas/planta	Taxa de redução
Fazenda A	Produtor	2,20 a		0,20 a	
	Pherogen®	0,20 b	11	0,00 a	.
Fazenda B	Produtor	17,40 a		2,99 a	
	Pherogen®	2,40 b	7,25	1,15 b	2,6
Fazenda C	Produtor	3,40 a		1,77 a	
	Pherogen®	0,80 b	4,25	1,08 b	1,63

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F da análise de variância a 1 % de probabilidade de erro. Os dados foram transformados em raiz quadrada de X para a realização da análise de variância.



**Croqui 1.** Esquema de distribuição dos tratamentos na cultura do algodão e pontos de avaliação por talhão de 200 ha. Pontos pretos indicam os locais onde foram realizadas as avaliações nas áreas.



**Figura 1.** Área com lavoura de algodão implantada na Bahia. Foto: Autora, 2023.



**Figura 2.** Pulverização aérea em área de algodão para controle de pragas. Foto: Autora, 2023.



**Figura 3.** Lagarta *Spodoptera frugiperda* atacando a maçã de uma planta de algodoeiro. Foto: Autora, 2023.



**Figura 4.** As aplicações dos tratamentos na cultura do algodão no estádio B1, realizadas a cada 10 dias, seguindo o modelo de controle das fazendas. Foto: Autora, 2023.



**Figura 5.** Maçã de algodão atacada pela lagarta *Spodoptera frugiperda*. Foto: Autora, 2023.



**Figura 6.** Armadilha em área de algodão na Bahia para captura de insetos adultos.  
Foto: Autora, 2023.



**Figura 7.** Insetos adultos capturados em áreas de algodão com tratamento Pherogen® (Provivi) e com padrão fazenda. Foto: Autora, 2023.