

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

NOEMI GARCIA CESTARI

CONTROLE COMPORTAMENTAL DA LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO, *Zea mays*, COM DIFERENTES FORMULAÇÕES DE FEROMÔNIO LÍQUIDO.

**Ilha Solteira
2023**

NOEMI GARCIA CESTARI

CONTROLE COMPORTAMENTAL DA LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO, *Zea mays*, COM DIFERENTES FORMULAÇÕES DE FEROMÔNIO LÍQUIDO.

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Prof. Dr. Geraldo Papa
Orientador

Ilha Solteira
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C422c Cestari, Noemi Garcia.
Controle comportamental da lagarta-do-cartucho, *spodoptera frugiperda* (lepidoptera: noctuidae), em milho, zea mays, com diferentes formulações de feromônio líquido / Noemi Garcia Cestari. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
33 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Geraldo Papa
Inclui bibliografia

1. Controle comportamental. 2. Disrupção sexual . 3. Lagarta-do-cartucho.



Erika Renata Bocchi Lomba

Bibliotecária - CRB/8 - 10792
Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: CONTROLE COMPORTAMENTAL DA LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), EM MILHO, *Zea mays*, COM DIFERENTES FORMULAÇÕES DE FEROMÔNIO LÍQUIDO

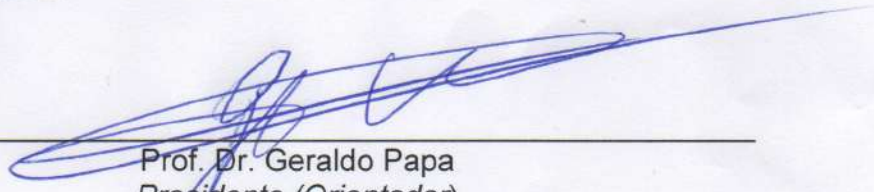
ALUNO: Noemi Garcia Cestari

RA: 152053931

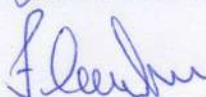
ORIENTADOR: Geraldo Papa

Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora com Nota: 8,5

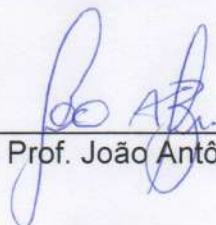
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Geraldo Papa
Presidente (Orientador)



Prof. Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann



Prof. João Antônio Zanardi Júnior



Noemi Garcia Cestari

Ilha Solteira, 19 de dezembro de 2023.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Silvana Garcia Cestari e Wilson Cestari Junior, pelo amor e apoio incondicionais, que me fizeram ser tudo que sou hoje e conquistar todos os meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, por iluminarem meus passos e serem tudo em minha vida. Aos meus pais, meu irmão, e minhas avós Marisa e Alzira (in memoriam) pelo apoio, paciência, amparo, compreensão e ensinamentos. Sou grata por todos os esforços que fizeram por mim, para que eu conseguisse alcançar esta tão sonhada etapa de minha vida.

Agradeço à UNESP – Ilha Solteira por me acolher tão bem durante todos esses anos, instituição esta que tenho tanto orgulho.

Ao meu querido orientador e amigo, Prof. Dr. Geraldo Papa, pela oportunidade concedida a mim em ser sua orientada, por todo aprendizado e ensinamentos transmitidos com muita maestria, por todo o auxílio e incentivo. Meu muitíssimo obrigada!

A toda equipe do laboratório de Manejo Integrado de Pragas, que tanto ajudaram e contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e pessoal, em especial ao João Antonio Zanardi Júnior que sempre nos ensinou a sermos profissionais técnicos, pelas aulas em campo, paciência e ajuda.

Um agradecimento mais que especial a todos os meus professores, que contribuíram indubitavelmente com a minha formação, e por me ensinaram muito mais sobre a vida e seus valores. Destaco aqui Bruno Pavan, Carlos A. Flechtmann, Silvelise Pupim, Raíssa Dinalli, Regina Castilho e João Andrade.

Aos colegas da turma L, em especial o Victor Stek (in memoriam).

Ao querido grupo PRIME, que tanto me fez crescer.

A empresa júnior Ramo da Terra, pela vivência empresarial.

A minha grande amiga, Braba, por dividir comigo não só o apartamento, mas emoções, aprendizados e muitas alegrias. E a todas as minhas amigas do predinho que fizeram parte de uma época muito especial da minha graduação. Sem elas não teria sido o mesmo.

A república Tcheca, pela oportunidade em vivenciar o que é morar em uma república, e a todas as meninas que me receberam com tanto carinho. Um agradecimento especial a minha amiga Bel, que me acolheu com muito amor.

Por fim, obrigado a todas as outras pessoas que não foram citadas diretamente, mas que fazem parte desta jornada cheia de histórias incríveis.

Epígrafe

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

RESUMO

O milho é um dos principais cereais cultivados no Brasil e no mundo devido a sua fácil adaptação, valor nutricional e pela utilização na alimentação humana e animal, além da produção de bioenergia. Um dos fatores que mais afetam a produção são as pragas, entre elas, a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. Seu controle é realizado basicamente por cultivares transgênicos (*Bt*) e inseticidas químicos, sendo a pressão de seleção de insetos resistentes o maior desafio. Com isso, novos estudos, como o uso de feromônios no confundimento de machos adultos, evitando o acasalamento e reduzindo o número de descendentes da praga na área, contribui na viabilidade do cultivo e diminuem a carga de inseticidas químicos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade de duas diferentes formulações do feromônio CS-a1-0083 (Acetato de (Z)-9-Tetradecenila + Acetato de (Z)-11-Hexadecenila, 250 + 37,4 g/L) no controle de *S. frugiperda* no milho. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos e doses (g ou mL do p.f./ha) constaram de duas aplicações via *Drone*: Pherogen®, FAW X1 - PRX-01SA1-21013.01, FAW X2 - PRX-01SA1-21007.02 todos a 90mL/ha, e testemunha (sem aplicação). Foram realizadas avaliações aos 0 (prévia), 3, 7, 10, 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação e aos 3, 7, 10, 14, 17, 21, 24 e 28 dias após segunda aplicação, contando-se o número de machos adultos capturados em armadilhas tipo delta contendo atrativo sexual Bio Spodoptera®. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F, comparando-se as médias pelo teste de Tukey (5%). Foi realizada análise de fitotoxicidade aparente nas plantas tratadas, não sendo constatado quaisquer sintomas. A formulação FAW X1 (PRX-01SA1-21013.01) proporcionou a maior persistência na interrupção do acasalamento, proporcionando 64% de redução de captura de mariposas aos 17 dias após a primeira aplicação. A aplicação do feromônio Pherogen® proporcionou melhor desempenho na interrupção do acasalamento durante as primeiras avaliações após a aplicação, com 92% de redução de captura de mariposas aos 3 e 10 dias após a primeira aplicação. O melhor desempenho na interrupção do acasalamento foi obtido pela formulação FAW X1 (PRX-01SA1-21013.01) com média de 55% de redução de captura.

Palavras-chave: controle comportamental; disrupção sexual; lagarta-do-cartucho.

ABSTRACT

Corn is one of the main cultivated cereals due to its easy adaptability, nutritional value, and its use in both human and animal consumption, as well as in bioenergy production. One of the primary factors affecting its production is pests, among them, the Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*). Its control is primarily carried out through transgenic cultivars (Bt) and chemical insecticides, with the selection pressure for resistant insects being the biggest challenge. Therefore, new studies, such as the use of pheromones to disrupt the mating of adult males, thereby reducing the offspring of the pest in the area, contribute to the viability of cultivation and decrease the reliance on chemical insecticides. This study aimed to evaluate the activity of two different formulations of the pheromone CS-a1-0083 (Z-9-Tetradecenyl Acetate + Z-11-Hexadecenyl Acetate, 250 + 37.4 g/L) in controlling *S. frugiperda* in corn. The adopted experimental design was completely randomized, using four treatments with three repetitions. The treatments and doses (g or mL of pheromone formulation per hectare) consisted of two drone-based applications: Pherogen®, FAW X1 - PRX-01SA1-21013.01, FAW X2 - PRX-01SA1-21007.02, all at 90mL/ha, and a control group (without application). Evaluations were conducted at 0 (baseline), 3, 7, 10, 14, 17, and 21 days after the first application, and at 3, 7, 10, 14, 17, 21, 24, and 28 days after the second application, counting the number of adult males captured in delta traps containing the Bio Spodoptera® sexual attractant. The obtained results underwent variance analysis using the F-test, and means were compared using Tukey's test (5%). An apparent phytotoxicity analysis was performed on treated plants, with no symptoms observed. The FAW X1 formulation (PRX-01SA1-21013.01) provided the longest interruption of mating, resulting in a 64% reduction in moth capture at 17 days after the first application. Pherogen® showed better performance in interrupting mating during the initial assessments after application, with a 92% reduction in moth capture at 3 and 10 days after the first application. The highest performance in interrupting mating was achieved by the FAW X1 formulation (PRX-01SA1-21013.01), with an average of 55% reduction in capture.

Keywords: behavioral control; mating disruption; fall armyworm.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Lagarta-do-cartucho se alimentando do cartucho de plantas de milho.....	17
Figura 2 -	Postura de ovos de lagarta-do-cartucho sobre folha de milho.....	17
Figura 3 -	Armadilha do tipo delta contendo piso com cola.....	21
Figura 4 -	Pulverização dos tratamentos com auxílio de <i>Drone</i> . Rubinéia, SP. 2021.....	23
Figura 5 -	Piso adesivo com mariposas capturadas. Rubinéia, SP. 2021.....	24
Figura 6 -	Correlação entre captura de mariposas (média do número de mariposas por armadilha por noite) e estágio de desenvolvimento do milho de todas as avaliações. Rubinéia, SP. 2021.....	26
Figura 7 -	Porcentagem de redução de captura das avaliações realizadas aos 3, 7, 10, 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação, 3, 7, 10, 14, 17, 21 e 28 dias após segunda aplicação e média geral da porcentagem de redução de captura de mariposas de todas as avaliações. Rubinéia, SP. 2021.....	29

LISTA DE TABELAS

	Tratamentos e doses utilizadas para avaliação do controle	
Tabela 1 -	comportamental de <i>Spodoptera frugiperda</i> em milho. Rubinéia, MS. 2021.....	22
Tabela 2 -	Dados climatológicos referentes aos dias das aplicações.....	23
Tabela 3 -	Escala de notas de fitotoxicidade em plantas tratadas.....	25
Tabela 4 -	Atividade de diferentes formulações de feromônio na interrupção do acasalamento da lagarta-do-cartucho, <i>Spodoptera frugiperda</i> , em milho. Média do número de mariposas capturadas nas armadilhas (mariposa/armadilha/noite) e porcentagem de redução de captura aos 0 (prévia), 3, 7, 10, 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação (DA1 ^a A). Rubinéia, MS. 2021.....	27
Tabela 5 -	Atividade de diferentes formulações de feromônio na interrupção do acasalamento da lagarta-do-cartucho, <i>Spodoptera frugiperda</i> , em milho. Média do número de mariposas capturadas nas armadilhas (mariposa/armadilha/noite) e porcentagem de redução de captura aos 3, 7, 10 e 14 dias após segunda aplicação (DA2 ^a A). Rubinéia, MS. 2021.....	27
Tabela 6 -	Atividade de diferentes formulações de feromônio na interrupção do acasalamento da lagarta-do-cartucho, <i>Spodoptera frugiperda</i> , em milho. Média do número de mariposas capturadas nas armadilhas (mariposa/armadilha/noite) e porcentagem de redução de captura aos 17, 21, 24 e 28 dias após segunda aplicação (DA2 ^a A). Rubinéia, MS. 2021.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	A CULTURA DO MILHO	15
2.2	LAGARTA-DO-CARTUCHO	16
2.3	MANEJO DE <i>Spodoptera frugiperda</i> NA CULTURA DO MILHO	18
2.4	FEROMÔNIO DE ATRAÇÃO SEXUAL SUA UTILIZAÇÃO COMO FORMA DE CONTROLE.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO	20
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
3.3	IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	20
3.3.1	Característica do solo	20
3.3.2	Semeadura.....	21
3.3.3	Adubação.....	21
3.3.4	Instalação das armadilhas.....	21
3.4	TRATAMENTOS E DOSES.....	22
3.4.1	Descrição dos produtos testados	22
3.4.2	Aplicação dos tratamentos	22
3.5	AVALIAÇÕES.....	23
3.5.1	Manutenção das armadilhas.....	25
3.5.2	Estádio de desenvolvimento do milho	25
3.5.3	Análise estatística	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho, *Zea mays* L. tem grande importância no cenário mundial. O cereal possui alto valor nutritivo sendo utilizado diretamente na alimentação humana e animal, sendo também utilizado como fonte de bioenergia (Fancelli, Dourado Neto, 2004).

O milho é considerado uma das principais culturas cultivadas no Brasil, ocupando uma área de aproximadamente 22,3 milhões de hectares, somando-se os três períodos de cultivo, conhecidos como verão; segunda safra (safrinha), geralmente em sucessão ao cultivo da soja; e cultivo de inverno. Na safra 2022/23 foi registrada a maior colheita na história do grão. Com os três ciclos, a previsão é de uma produção em torno de 131,9 milhões de toneladas, com produtividade esperada em 5.922 kg/ha (CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, 2023).

Entre os fatores que mais afetam a produção, destacam-se as pragas, como a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida como lagarta-do-cartucho-do-milho ou lagarta-militar, considerada uma das principais pragas da cultura pelos prejuízos proporcionados. A espécie foi descrita como praga em 1797, na Geórgia (EUA). No Brasil, foi relatada somente em 1964 causando danos em milho, arroz e pastagens. Em função da polifagia da espécie associada à disponibilidade de alimento o ano todo e condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, a praga pode ser encontrada em todas as regiões brasileiras (Cruz, 1995).

O inseto se alimenta de todas as estruturas da parte aérea da planta do milho, com preferência pelas folhas jovens no período vegetativo. Quando o ataque acontece logo após a emergência das plantas, a lagarta-do-cartucho pode levar a planta à morte. As estruturas reprodutivas da planta (pendão e espiga) também podem ser afetadas, com perdas quantitativas, reduzindo a produtividade, e qualitativas, pelo favorecimento do desenvolvimento de fungos e presença de micotoxinas nos grãos (Buntin, 1986; Waquil *et al.*, 1982; Busato *et al.*, 2004).

O controle da *S. frugiperda* em lavouras de milho em condições brasileiras é realizado basicamente pela adoção de cultivares transgênicos, conhecidos como milho Bt (*Bacillus thuringiensis*) e por pulverizações com inseticidas químicos. Para os dois métodos de controle, a pressão de seleção de insetos resistentes tem sido o maior desafio nos últimos anos, preocupando a sociedade quanto à sustentabilidade

de controle da praga em um futuro próximo. Sendo assim, o desenvolvimento de outras táticas de controle para a *S. frugiperda* contribui de maneira expressiva para a viabilidade do cultivo de milho com a menor carga de inseticidas químicos.

Uma das opções de controle da *Spodoptera frugiperda* estudados atualmente trata-se do uso de feromônios sexuais, que são substâncias químicas responsáveis pela atração entre indivíduos da mesma espécie. De fórmula química simples, biodegradável e empregado em diminutas quantidades, os feromônios são o principal elemento da linguagem de comunicação dos insetos (Vilela, 1992).

Uma das possíveis formas de utilização destas substâncias químicas ocorre pela liberação na cultura via pulverização foliar, de modo a provocar o confundimento entre os sexos e impedindo ou dificultando o encontro de machos e fêmeas e, conseqüentemente, reduzindo a cópula dos mesmos e de seus descendentes (Vilela,1992).

Até o momento não se encontram trabalhos disponíveis na literatura brasileira sobre o controle da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, na cultura do milho com o uso da técnica de confundimento pela pulverização via foliar com feromônios de atração sexual em formulação líquida, que viabiliza o emprego em grandes áreas de cultivo, como ocorre no Brasil.

Diante do contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade de duas diferentes formulações do feromônio de atração sexual CS-a1-0083 (Acetato de (Z)-9-Tetradecenila + Acetato de (Z)-11-Hexadecenila, 250 + 37,4 g/L) aplicadas via pulverização foliar, no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho, *Zea mays*, é uma gramínea pertencente à família Poaceae. Tem origem no Continente Americano, mais precisamente no México e é cultivada em diferentes locais do mundo. É um cereal de fácil adaptação que permite ser cultivado em altitudes referentes ao nível do mar até superiores a 3.600 metros. É encontrado em climas temperados, tropicais e subtropicais (Barros, 2014).

O milho é um vegetal de grande importância para a humanidade, devido a sua facilidade de adaptação a diferentes climas, pela qualidade nutricional para as dietas humana e animal, e pela abrangência de sua utilização, como na indústria de alta tecnologia, com a produção de filmes e embalagens biodegradáveis (Paes, 2006). Desse modo, o milho possui papel socioeconômico relevante, sendo o cereal mais produzido no mundo (Duarte *et al.*, 2021).

Dentre as utilizações do milho, destaca-se o emprego como alimento, uso industrial e energético. O principal destino da cultura é a alimentação animal. Dentro da indústria, o milho pode ser utilizado na preparação dos alimentos mais básicos, como fubá, farinha e alimentos mais elaborados, como xarope de glucose e maltodextrinas. Outra forma de utilização é na produção de etanol, sendo uma importante fonte de energia limpa e sustentável. Há uma tendência do aumento do consumo mundial e doméstico dessa cultura, assim como de sua importância na economia do país (Fancelli, 2015).

No cenário mundial, o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking dos maiores produtores de milho, perdendo apenas para os Estados Unidos e China. Na safra 2022/23 houve um aumento de 16,6% na produção, comparando-se à safra anterior. Isso se deve ao aumento de área para o milho segunda safra em conjunto com a recuperação da produtividade prevista das três safras (CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, 2023).

Todavia, em condições brasileiras, a produtividade do milho é afetada por frequentes ataques de insetos praga, sendo a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, uma das principais.

2.2 LAGARTA-DO-CARTUCHO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), tem origem nas zonas tropicais e ocorre em toda a América. É um inseto polífono, que se alimenta de muitas plantas, e em sua fase larval, é uma das principais pragas da cultura do milho no Brasil. Ela se alimenta da planta em todas as fases do seu desenvolvimento, mas sua preferência é pelo cartucho das plantas jovens, e se não controlada, pode causar expressivas perdas de produção (Cruz, 1995).

A espécie *S. frugiperda* possui metamorfose completa, passando pelas fases de ovo, larva (lagarta), pupa e adulto. Os ovos possuem formato circular e apresentam a forma oblonga esferoidal, de coloração verde-clara após a postura, tornando-se alaranjada depois de 12 a 15 horas. Próximo da eclosão das lagartas, os ovos tornam-se escurecidos, devido à cor da cápsula cefálica. Após a eclosão, as lagartas são esbranquiçadas e se alimentam do córion, ficando em repouso entre duas a dez horas antes de buscar outras fontes de alimentos (Cruz, 1995; Pogue, 2002).

As lagartas de *S. frugiperda* possuem duas características básicas que as distinguem das demais lagartas do gênero. A primeira é a presença de tubérculos que estão localizados em cada segmento abdominal no formato de trapézio, composto por quatro pináculos, de coloração preta, as quais apresentam uma área esclerotizada com um pêlo curto engrossado na base. A segunda característica é possuir um “Y” invertido na frente (Cruz, 1995; Pogue, 2002).

Após seis instares (fases de desenvolvimento dos insetos), as lagartas penetram no solo, transformando-se em pupas, período que pode durar entre seis e cinquenta e cinco dias dependendo da temperatura. No início, a pupa apresenta cor verde-clara, mas após alguns minutos a cor muda para laranja e depois para marrom, tornando-se mais escura quando próximo à emergência dos adultos (Cruz, 1995; Valicente, 2015; Capinera, 2017).

Figura 1 - Lagarta-do-cartucho se alimentando do cartucho de plantas de milho.



Fonte: Grigolli, 2020.

O inseto na fase adulta é uma mariposa de cor cinza e mede cerca de 15 milímetros de comprimento. No macho, as asas anteriores possuem manchas claras, o que o diferencia das fêmeas. Já as asas posteriores são claras e contornadas por linhas marrons em ambos os sexos. Os adultos possuem hábitos noturnos e durante o dia não são ativos. A atividade de oviposição e acasalamento começam com o pôr do sol e atinge o pico duas a quatro horas após o início, quando as temperaturas estão mais amenas e favoráveis para o inseto (Sparks, 1979; Cruz, 1995).

O adulto tem a longevidade de aproximadamente 12 dias, sendo que a partir do terceiro dia de emergência as fêmeas iniciam a oviposição. Após a cópula, as fêmeas realizam a postura dos ovos nas folhas da planta de milho, colocando-os por cima destas, escamas oriundas da região posterior do abdome. (Capinera, 2017).

Figura 2 - Postura de ovos de lagarta-do-cartucho sobre folha de milho.



Fonte: Laboratório de Manejo Integrado de Pragas - UNESP - Ilha Solteira, 2021.

2.3 MANEJO DE *Spodoptera frugiperda* NA CULTURA DO MILHO

No planejamento das safras é de extrema importância incluir técnicas de manejo integrado de pragas (MIP), que nada mais é do que a escolha e uso inteligente de medidas de controle de uma praga que assegurem de modo favorável questões ecológicas, econômicas e sociais, sendo o uso racional de inseticidas uma delas (Cruz, 1999).

A utilização de inseticidas químicos para o controle de pragas, como lagartas, sofre cada vez mais exigências fortes, como por exemplo, às preocupações ambientais e à seletividade aos inimigos naturais. Além de eliminar as pragas da produção, os inseticidas, quando não seletivos, provocam também a morte de insetos benéficos, causando prejuízos ao ecossistema (EMBRAPA, S/D).

O monitoramento de pragas na lavoura é uma das bases do manejo integrado de pragas, sendo essencial para a tomada de decisão de qual inseticida aplicar e o momento certo, visando um controle satisfatório (EMBRAPA, 2015). Não perder o "timing" da aplicação, ou seja, a hora certa de fazer a pulverização é fundamental, pois a lagarta-do-cartucho, por exemplo, em seu estágio mais desenvolvido, se localiza na região do cartucho das plantas de milho, onde o seu controle é mais desafiador. Tal local é mais difícil de ser atingido, o que compromete o acerto do alvo com aplicações foliares (Grigolli, 2020).

O principal método de manejo da lagarta-do-cartucho ao longo dos anos foi quase exclusivamente fundamentado na aplicação de inseticidas químicos e, com a evolução e disponibilidade de novas tecnologias, a adoção de cultivares transgênicos (*Bt*). Essa estratégia de controle do manejo integrado de pragas é realizada por técnicas biotecnológicas nas quais se insere nas plantas, genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* que induzem a cultura a produzir proteínas tóxicas para certos insetos, principalmente para os da ordem Lepidoptera (Leite *et al.*, 2011).

Diante do poder adaptativo da praga e de razões diversas, como a baixa adoção de estratégias de plantação de áreas de refúgio, o manejo de resistência da lagarta-do-cartucho vem sendo prejudicado, contribuindo com a seleção de populações de lagartas resistentes a tecnologia *Bt*, tornando-se um dos casos mais preocupantes no Brasil. Desse modo, há a necessidade de novos estudos surgirem (Valicente, 2015).

2.4 FEROMÔNIO DE ATRAÇÃO SEXUAL SUA UTILIZAÇÃO COMO FORMA DE CONTROLE

Feromônios são substâncias químicas pertencentes ao grupo dos semioquímicos que medem interações intraespecíficas. As duas classes de feromônio mais comuns sobre insetos são os feromônios sexuais, geralmente produzidos pelas fêmeas para atrair os machos, para o propósito do acasalamento; e o feromônio de agregação, produzido por um ou ambos os sexos, induzindo-os a se alimentar e reproduzir (Campion, 1984).

A amplitude de componentes químicos presentes nos feromônios de lepidópteros inclui a mistura de álcoois alifáticos, aldeídos, ésteres e epóxides (Campion, 1984). A utilização de feromônios visando o controle de pragas tem se desenvolvido seguindo-se geralmente três caminhos principais: monitoramento de populações de insetos com armadilhas de feromônio; controle pela captura massal utilizando grande número de armadilhas para reduzir o nível populacional; e o controle pela interrupção do acasalamento, cujo feromônio sintético evapora de formulações especiais e permanece na atmosfera, impedindo que o inseto seja bem sucedido em encontrar sua parceira para a cópula, o que tornou essa técnica de controle a mais utilizada dentro dos semioquímicos para o manejo de populações de insetos. (Campion, 1984).

As três principais vantagens da utilização de feromônios sexuais dos insetos e sua viabilidade para o manejo dos insetos são: 1) são específicos, 2) são ativos em quantidades muito pequenas e 3) a grande maioria não é tóxica para os animais. Além disso, enquanto os inseticidas são considerados uma solução a curto prazo ao combater as pragas, o uso contínuo de feromônios a longo prazo diminui os níveis populacionais das espécies-alvo (Witzgall, Kirsch, Cork, 2010).

O método chamado confusão sexual, confundimento ou ainda interrupção de acasalamento é um método de controle baseado na interferência ou impedimento da transmissão de sinais entre os parceiros sexuais. Essa prática é realizada a partir da liberação de uma quantidade maior de feromônio sintético na área em que se deseja o controle, que diminui ou impede o inseto de localizar seu respectivo parceiro. Dessa

maneira, o acasalamento é reduzido e, conseqüentemente, reduz a nova geração (Goulart *et al.*, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na Fazenda Humaitá, localizada no distrito de Esmeralda (acesso pela rodovia SP 595, Santa Fé do Sul/SP - Ilha Solteira/SP), município de Rubinéia/SP. A área experimental estava localizada nas coordenadas geográficas 20°20.826' (S) e 51°2.001' (O), com altitude de 342 metros.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e três repetições, totalizando 12 parcelas experimentais. Cada tratamento constou de uma área contínua de 3 hectares (175m x 175m), com três pontos amostrais (repetições), indicados por uma armadilha tipo Delta à base de feromônio para a captura de machos de *S. frugiperda*. Além dessas armadilhas, outras 5 foram instaladas nos interstícios entre os tratamentos para análise da representatividade das armadilhas do tratamento testemunha na área toda.

O experimento foi conduzido em talhão de aproximadamente 55ha. A distância entre cada tratamento foi de 200 metros. O milho cultivado nas parcelas experimentais e na área de interstício possuíam a tecnologia Bt (VIP3a), atualmente eficiente para o controle da lagarta-do-cartucho.

3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

3.3.1 Característica do solo

De acordo com a classificação da EMBRAPA (1999), o solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, de pH 5,5 e porcentagem de matéria orgânica de 1,7%. A topografia do terreno é considerada suave ondulada.

3.3.2 Semeadura

O experimento foi conduzido em sistema de plantio direto, onde a cultura semeada anteriormente foi o sorgo. A semeadura do milho foi realizada em 01/11/2021 e emergiu em 07/11/2021. A variedade usada foi a SX 8555 VIP3 semeada utilizando semeadora com espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade populacional de 3 sementes/m perfazendo uma população de 60.000 plantas.ha⁻¹.

3.3.3 Adubação

A adubação de plantio foi realizada na proporção de 400 kg.ha⁻¹ da fórmula NPK 04-14-08 no sulco de semeadura. Aos 20 dias após a emergência das plantas realizou-se a adubação de cobertura com aplicação de 200 Kg.ha⁻¹ de Uréia distribuída a lanço.

3.3.4 Instalação das armadilhas

As armadilhas utilizadas foram do tipo Delta, como apresentado na Figura 3, contendo piso com cola, além do atrativo sexual Bio Spodoptera® (Biocontrole) para a espécie *Spodoptera frugiperda*. A instalação das armadilhas alocadas nos interstícios foi realizada em 05/11/2021. Já a instalação das armadilhas dos tratamentos ocorreu em 12/11/2021. Inicialmente as armadilhas foram colocadas a um metro acima da superfície do solo.

Figura 3 - Armadilha do tipo delta contendo piso com cola.



Fonte: Insuforte - insumos agrosustentáveis, 2023.

3.4 TRATAMENTOS E DOSES

Tabela 1 - Tratamentos e doses aplicadas para avaliação do controle comportamental de *Spodoptera frugiperda* em milho. Rubinéia, MS. 2021.

Tratamento	Dose, g do i.a./ha *	Dose, ml do p.f./ha **
1 - Testemunha	--	--
2 - Pherogen	26	90ml
3 – FAW X1 - PRX-01SA1-21013.01	26	90ml
4 - FAWPRX X2 - PRX-01SA1-21007.02	26	90ml

* i.a. - ingrediente ativo

** p.f. - produto formulado

Fonte: elaboração do próprio autor.

3.4.1 Descrição dos produtos testados

PHEROGEN SPRAY FAW

Nome comercial: Pherogen Spray FAW

Nome comum: Acetato de (Z)-9-Tetradecenila + Acetato de (Z)-11-Hexadecenila

Grupo químico: Acetato insaturado

Formulação: CS – Suspensão de encapsulado

Concentração: 250 + 37,4 g do i.a./L

Classe toxicológica: I - Extremamente Tóxico

Classe: Feromônio

CS a1 0083

Nome comercial: CS-a1-0083 (PRX-01SA1-21013.01 / PRX-01SA1-21007.02)

Nome comum: Acetato de (Z)-9-Tetradecenila + Acetato de (Z)-11-Hexadecenila

Grupo químico: Acetato insaturado

Formulação: CS – Suspensão de encapsulado

Concentração: 250 + 37,4 g do i.a./L

Classe toxicológica: I - Extremamente Tóxico

Classe: Feromônio

3.4.2 Aplicação dos tratamentos

Foram realizadas duas aplicações, via foliar, com intervalo de 21 dias entre cada aplicação, utilizando-se pulverizador octaedro DJI - *Drone* (Figura 4),

sobrevoando a 3m de altura, pulverizando faixa de 5,5m, com 4 pontas XRVK 110 01, pressão de trabalho de 40 psi e volume de calda de 10L.ha⁻¹.

Figura 4 – Pulverização dos tratamentos com auxílio de *Drone*. Rubinéia, SP. 2021.



Fonte: Laboratório de Manejo Integrado de Pragas - UNESP - Ilha Solteira, 2021.

Tabela 2 - Dados climatológicos referentes aos dias das aplicações.

Data	Temp. Ar °C	UR (%)	Velocidade do vento (Km/h)	Direção vento	Nebulosidade	Horário		Estádio da cultura
						Início	Término	
12/11/2021	29,1	58,9	5,4	SO	Ensolarado	07:35	10:00	V2
03/12/2021	28,9	61,1	4,6	O	Ensolarado	08:10	10:05	V8 - V9

Temp. = temperatura. UR = umidade relativa. SO = sudoeste. O = oeste.

Fonte: elaboração do próprio autor.

3.5 AVALIAÇÕES

Foram realizadas avaliações aos 0 (prévia), 3, 7, 10, 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação e aos 3, 7, 10, 14, 17, 21, 24 e 28 dias após segunda aplicação, contando-se o número de machos adultos capturados nas armadilhas, como apresentado na figura a seguir.

Figura 5 – Piso adesivo com mariposas capturadas. Rubinéia, SP. 2021.



Fonte: Laboratório de Manejo Integrado de Pragas - UNESP - Ilha Solteira, 2021.

As porcentagens de redução de mariposas foram calculadas pela seguinte fórmula de Abbott (1925):

$$\%R = \frac{(n^{\circ} \text{ de mariposas no tratamento controle} - n^{\circ} \text{ de mariposas no tratamento observado}) * 100}{n^{\circ} \text{ de mariposas no tratamento controle}}$$

Aos 3, 7, 10 e 14 dias após cada aplicação realizou-se a análise de fitotoxicidade aparente nas plantas tratadas, atribuindo-se a 20 plantas por ponto amostral, notas de acordo com a escala de Frans *et al.* (1986), que sugere notas de 0 a 100, conforme as seguintes caracterizações:

Tabela 3 – Escala de notas de fitotoxicidade em plantas tratadas.

Nota	Descrição
0	Nenhuma
10	Leve descoloração
20	Descoloração
30	Descoloração pronunciada com rápida recuperação
40	Descoloração pronunciada com recuperação
50	Descoloração pronunciada com recuperação lenta
60	Não recuperável
70	Grandes perdas na densidade
80	Plantas quase destruídas
90	Sobrevivem poucas plantas
100	Morte total da cultura

Fonte: Frans et al., 1986.

3.5.1 Manutenção das armadilhas

Após a instalação das armadilhas, as cápsulas de feromônio de atração sexual para *Spodoptera frugiperda* foram trocadas em intervalo de 21 dias até o término das avaliações. Os pisos adesivos das armadilhas foram trocados em todas as avaliações. Conforme as plantas de milho cresciam, as armadilhas eram levantadas, permanecendo sempre a uma altura de 0,50m acima do dossel.

3.5.2 Estádio de desenvolvimento do milho

Em todas as avaliações foi reportado o estágio de desenvolvimento das plantas de milho, de acordo com a escala proposta por Ritchie *et al.* (1993). Estádios Vegetativos: VE – Emergência; V1 – Uma folha; V2 – Duas folhas; V3 – Três folhas; Vn – N folhas; VT – Pendoamento. Estádios Reprodutivos: R1 – Florescimento; R2 – Grão leitoso; R3 – Grão pastoso; R4 – Grão farináceo; R5 – Grão farináceo duro; R6 – Maturidade fisiológica.

3.5.3 Análise estatística

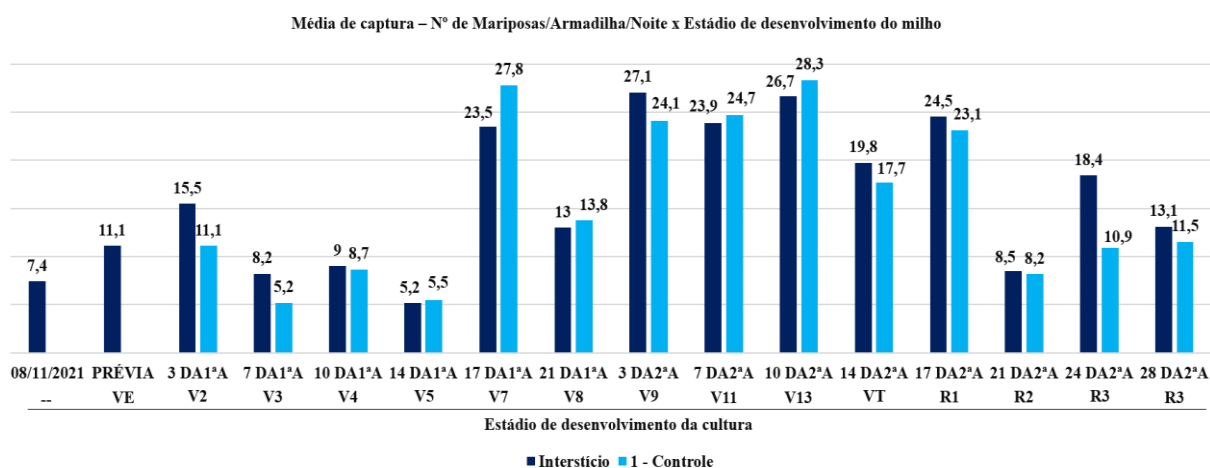
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F, comparando-se as médias pelo teste de Tukey (5%) utilizando o sistema computacional de análise estatística SISVAR (2010). Para remoção da heterocedasticidade dos dados, no processamento das análises, os dados originais foram transformados em raiz de $(X + 0,5)$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas contagens do número de mariposas da espécie *Spodoptera frugiperda* nas armadilhas posicionadas no interstício entre tratamentos (Figura 6), constatou-se médias de 7,4 e 11,1 mariposas por armadilha por noite durante as avaliações que ocorreram aos 4 dias antes da aplicação dos tratamentos (quando foi observada a emergência da cultura - estágio VE) e no dia da aplicação dos tratamentos (quando a cultura se encontrava no estágio V2), respectivamente.

Ainda nas análises da Figura 6, constatou-se que as médias de mariposas capturadas por armadilhas por noite no tratamento controle (sem aplicação de feromônio) em cada avaliação foram valores próximos das médias observadas nas armadilhas posicionadas nos interstícios entre tratamentos. Constatou-se ainda que os picos populacionais de mariposas ocorreram a partir da avaliação realizada aos 17 dias após a primeira aplicação, quando a cultura se encontrava no estágio V7 de desenvolvimento e foram até a avaliação realizada aos 17 dias após a segunda aplicação, quando a cultura se encontrava no estágio R1 de desenvolvimento. A maior média de mariposas capturadas nas armadilhas posicionadas nos interstícios entre os tratamentos ocorreu nos estádios V9 e V13 de desenvolvimento (27,1 e 26,7 mariposas por armadilhas por noite, respectivamente) enquanto que as maiores médias observadas no tratamento controle ocorreram nos estádios V7 e V13 (27,8 e 28,3 mariposas por armadilhas por noite, respectivamente).

Figura 6 – Correlação entre captura de mariposas (média do número de mariposas por armadilha por noite) e estágio de desenvolvimento do milho de todas as avaliações. Rubinéia, SP. 2021.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Pela análise da média de mariposas capturadas nas armadilhas do tratamento controle, sem aplicação de feromônio, tabelas 4, 5 e 6, constatou-se valores variando de 5,2 a 28,3 mariposas por armadilha por noite durante o período de avaliações do experimento.

Nas análises de persistência das formulações de feromônio aplicadas (Tabelas 4, 5 e 6), constatou-se que o tratamento 3 (FAW X1 na dose de 90 ml.ha⁻¹) obteve o melhor desempenho, alcançando 64% de redução de captura de mariposas aos 17 dias após primeira aplicação e 71% aos 21 dias após segunda aplicação.

Tabela 4 – Atividade de diferentes formulações de feromônio na interrupção do acasalamento da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho. Média do número de mariposas capturadas nas armadilhas (mariposa/armadilha/noite) e porcentagem de redução de captura aos 0 (prévia), 3, 7, 10, 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação (DA1^aA). Rubinéia, MS. 2021.

Tratamentos	Dose, p.c. ha ⁻¹	3 DA1 ^a A		7 DA1 ^a A		10 DA1 ^a A		14 DA1 ^a A		17 DA1 ^a A		21 DA1 ^a A	
		Milho: V3		Milho: V4		Milho: V5		Milho: V7		Milho: V8		Milho: V9	
		Média	%R	Média	%R	Média	%R	Média	%R	Média	%R	Média	%R
1. Controle	--	11,1 a	--	5,2 a	--	8,7 a	--	5,5 a	--	27,8 a	--	13,8 a	--
2. Pherogen	90 ml	0,9 b	92	2,2 b	58	0,7 a	92	3,8 a	30	14,7 ab	47	9,1 a	34
3. FAW X1	90 ml	1,1 b	90	2,5 b	52	1,4 a	83	1,9 a	65	10 b	64	7,8 a	44
4. FAW X2	90 ml	2,3 b	79	1,3 b	74	2 a	77	3,1 a	44	14,7 ab	47	11,7 a	15
CV (%)	--	23,80		14,15		57,77		26,05		16,24		20,09	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 5 – Atividade de diferentes formulações de feromônio na interrupção do acasalamento da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho. Média do número de mariposas capturadas nas armadilhas (mariposa/armadilha/noite) e porcentagem de redução de captura aos 3, 7, 10 e 14 dias após segunda aplicação (DA2^aA). Rubinéia, MS. 2021.

Tratamentos	Dose, p.c. ha ⁻¹	3 DA2 ^a A		7 DA2 ^a A		10 DA2 ^a A		14 DA2 ^a A	
		Milho: V11		Milho: V13		Milho: VT		Milho: VT	
		Média	%R	Média	%R	Média	%R	Média	%R
1. Controle	--	24,1 a	--	24,7 a	--	28,3 a	--	17,7 a	--
2. Pherogen	90 ml	7,4 b	69	8,1 b	67	20,7 ab	27	11,3 a	36
3. FAW X1	90 ml	7 b	71	10,8 b	56	14,1 b	50	14,7 a	17
4. FAW X2	90 ml	14 ab	42	9,5 b	62	15 b	47	11,6 a	35
CV (%)	--	16,11		6,16		9,94		9,30	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 6 – Atividade de diferentes formulações de feromônio na interrupção do acasalamento da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho. Média do número de mariposas capturadas nas armadilhas (mariposa/armadilha/noite) e porcentagem de redução de captura aos 17, 21, 24 e 28 dias após segunda aplicação (DA2ªA). Rubinéia, MS. 2021.

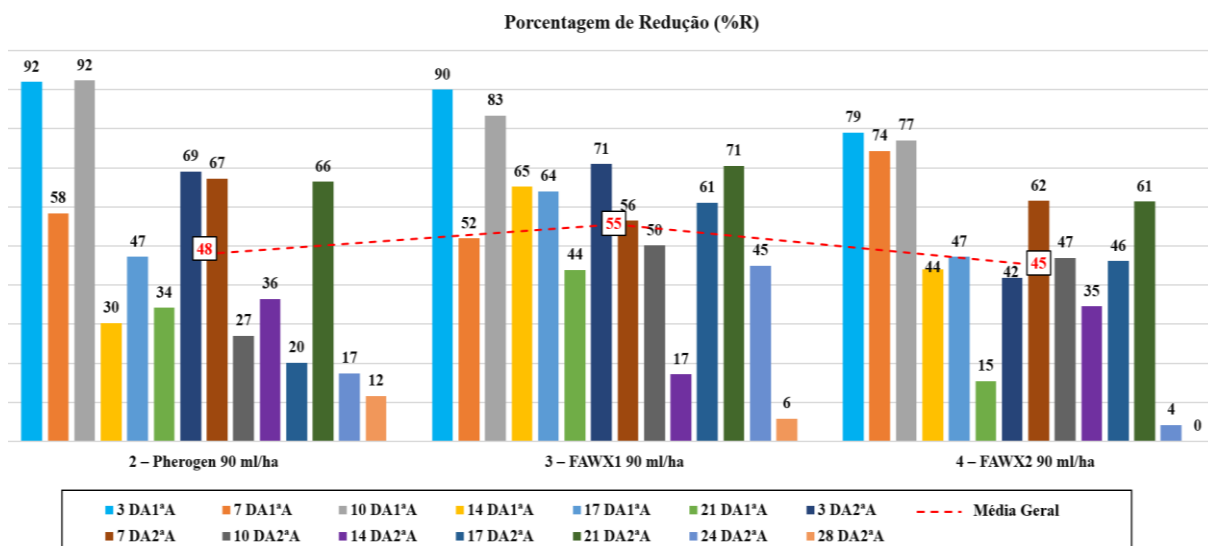
Tratamentos	Dose, p.c. ha ⁻¹	17 DA2ªA		21 DA2ªA		24 DA2ªA		28 DA2ªA	
		Milho: R1		Milho: R2		Milho: R3		Milho: R3	
		Média	%R	Média	%R	Média	%R	Média	%R
1. Controle	--	23,1 a	--	8,2 a	--	10,9 a	--	11,5 a	--
2. Pherogen	90 ml	18,4 ab	20	2,8 a	66	9 a	17	10,2 a	12
3. FAW X1	90 ml	9 d	61	2,4 a	71	6 a	45	10,8 a	6
4. FAW X2	90 ml	12,4 bc	46	3,2 a	61	10,4 a	4	13,1 a	0
CV (%)	--	16,11		6,16		9,94		9,30	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Nas análises da porcentagem de redução de captura de mariposas (Figura 7), constatou-se que o tratamento 2 (Pherogen Spraw FAW na dose de 90 ml.ha⁻¹) proporcionou 92% de redução de captura de mariposas durante as avaliações realizadas aos 3 e 10 dias após primeira aplicação, reduzindo para 30%, 47% e 34% nas avaliações realizadas aos 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação, respectivamente. Tal resultado é condizente com os valores relatados em outro estudo com o uso de feromônio na redução de captura de machos adultos de *S. frugiperda* na cultura do algodoeiro (Schirmer *et al.*, 2023), onde a interrupção do acasalamento foi alcançada e mantida próxima a 90% em intervalo de 7 dias entre pulverizações. No mesmo período, constatou-se que o tratamento 3 (FAW X1 na dose de 90 ml.ha⁻¹) proporcionou 90% e 83% de redução de captura de mariposas aos 3 e 10 dias após primeira aplicação, respectivamente, no entanto obteve redução de captura de mariposas de 65%, 64% e 44% nas avaliações realizadas aos 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação, respectivamente, proporcionando maior persistência quando comparado aos tratamento 2 (Pherogen Spraw FAW na dose de 90 ml.ha⁻¹).

Ainda nas análises de redução de capturas de mariposas (Figura 7), constatou-se que o tratamento 4 (FAW X2 na dose de 90 ml.ha⁻¹) proporcionou 79% e 77% de redução de captura de mariposas aos 3 e 10 dias após primeira aplicação, reduzindo a porcentagem de redução de captura para 44%, 47% e 15% nas avaliações realizadas aos 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação, respectivamente.

Figura 7 – Porcentagem de redução de captura de mariposas das avaliações realizadas aos 3, 7, 10, 14, 17 e 21 dias após primeira aplicação, 3, 7, 10, 14, 17, 21 e 28 dias após segunda aplicação e média geral da porcentagem de redução de captura de mariposas de todas as avaliações. Rubinéia, SP. 2021.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Na análise da média geral de porcentagem de redução de captura de mariposas (Figura 7), constatou-se que o tratamento 3 (FAW X1 na dose de 90 ml.ha⁻¹) proporcionou o melhor desempenho, com média de redução de captura de 55%, enquanto que o tratamento 2 (Pherogen a 90 ml.ha⁻¹) e tratamento 4 (FAW X2 na dose de 90 ml.ha⁻¹) proporcionaram média de redução na captura de mariposas de 48% e 45%, respectivamente.

Quanto à análise de fitotoxicidade aparente nas plantas tratadas, não foi constatada quaisquer sintomas em nenhuma das avaliações realizadas nos tratamentos aplicados.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que:

a) O tratamento 3 FAW X1 (PRX-01SA1-21013.01) na dose de 90 ml.ha⁻¹ proporcionou a maior persistência na interrupção de acasalamento de adultos da *Spodoptera frugiperda*, alcançando 64% de redução de captura de mariposas aos 17 dias após primeira aplicação.

b) O tratamento a base da aplicação de Pherogen na dose de 90 ml.ha⁻¹ proporcionou melhor desempenho na interrupção de acasalamento durante as primeiras avaliações após a aplicação, com 92% de redução de captura de mariposas aos 3 e 10 dias após a primeira aplicação.

c) O melhor desempenho médio na interrupção do acasalamento de adultos da *S. frugiperda* foi proporcionado pela formulação do feromônio sexual FAW X1 (PRX-01SA1-21013.01) na dose de 90 ml.ha⁻¹, com média de 55% de redução de captura.

d) Não ocorreu fitotoxicidade aparente nas plantas tratadas em função da aplicação dos tratamentos com feromônio.

REFERÊNCIAS

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. 2014.

BUNTIN G.D. A review of plant response to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), injury to select field and forage crops. **Florida Entomologist** v. 69, n. 3 p. 549–559. 1986.

BUSATO, G.R.; GRUTZMACHER A.D.; GARCIA M.S.; GIOLO, F.P.; NORBERG, S.D. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas temperaturas. **Ciência Agrotecnológica**. v. 28, n. 6 p. 1278–1283. 2004.

CAPINERA, J.L. **Fall armyworm**. Florida: University of Florida. 2019. Disponível em: < http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm>. Acesso em: 14 de nov. de 2023.

CAMPION, D. G. Survey of pheromone uses in pest control. In: HUMMEL, H.E.; MILLER, T. A. (Ed.) **Techniques in pheromone research**. New York: SpringerVerlag, 1984. p. 405-449.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - Grãos. Décimo segundo levantamento. 2022/23** Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Brasília, DF, 2022. Acesso em: 30 de out. de 2023.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 21), p. 45. 1995.

CRUZ, I. **Manejo de pragas da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 21), p. 02. 1999.

DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, **Technical Bulletin 186**, Mississippi State University, MS39762, USA.

DUARTE, J. O. et al. Embrapa milho e Sorgo. **Milho: Importância socioeconômica**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 20 de dez. 2023.

VALICENTE, F. H. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Circular Técnica 208: Manejo integrado de pragas na cultura do milho**. 208. ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa, 2015.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Manejo da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho**. Sete Lagoas, MG. [S/D] Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/manejo-da-lagarta-do-cartucho-em-milho.pdf/a2f4a72a-9889-4c38-b88d-31e29556911d>. Acesso em: 20 de out. 2023.

FANCELLI, A. L., DOURADO NETO D (Ed.). **Produção de milho**. Piracicaba: Ceres, p. 306. 2004.

FANCELLI, A. L. **Milho: a cadeia produtiva do milho**. Revista Visão Agrícola. ESALQ: USP. Piracicaba, SP. 2015. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/edicoes/milho>. Acesso em: 20 de out. 2023.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.3. Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG. 2010.

FRANS, R. *et al.* Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, D. (Ed.). Research methods in weed science. 3.ed. Champaign: **Southern Weed Science Society**, 1986. 37 p.

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

GRIGOLLI, J. F. J. GRIGOLLI, M. M. K. **Capítulo 03: Manejo e controle de Pragas do Milho Safrinha**. Em: Tecnologia e produção: safrinha 2019. Editores: André Luis Faleiros Lourenção...[*et al.*]. – Maracaju -MS : Midiograf, 2020. 102 p.

LEITE, N. A. *et al.* O milho Bt no Brasil: a situação e evolução da resistência de insetos. **Embrapa Milho e Sorgo-Documentos (INFOTECA-E)**, Sete Lagoas, 2011.

POGUE, G.M.A. World revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**. v 43, p. 1–202. 2002.

RITCHIE, S.W., J.J. HANWAY, G.O. BENSON, and J.C. HERMAN. 1993. How a corn plant develops, Special Report No. 48, **Iowa State University**

SCHIRMER, Fabiano G.; FAVETTI, Bruna M.; CLARK, Thomas; GALVAN, Tederson; CORDEIRO, Erick M. G.; VIVAN, Lucia; TRAN, Khai; BROMS, Kristin; MIRANDA, Ricardo. Supressão de acasalamentos e redução de danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) no algodoeiro. **Entomological Communications**, [S.L.], v. 5, p. 1-4, 4 out. 2023. Sociedade Entomologica do Brasil. <http://dx.doi.org/10.37486/2675-1305.ec05026>.

SPARKS, N. A. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**. v. 62, p. 82–87. 1979.

VALICENTE, F.H. **Manejo integrado de pragas na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 208), p. 13, 2015.

VILELA, E. F. Adoção de feromônios no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 315-318, 1992.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; LORDELLO, A.I.; CRUZ I.; OLIVEIRA, A.C.; Controle da lagarta-do-cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. v. 17, n. 2, p. 163–166. 1982.

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