



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



João Pedro Barros de Oliveira

**Controle químico da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e avaliação
de danos na cultura do milho**

ARARAS-SP

2025

João Pedro Barros de Oliveira

Controle químico da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e avaliação de danos na cultura do milho

Trabalho final de graduação apresentado com objetivo de obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques

ARARAS-SP

2025

Oliveira., João Pedro Barros de

Controle químico da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e avaliação de danos na cultura do milho / João Pedro Barros de Oliveira. -- 2025.
28f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,
campus Araras, Araras

Orientador (a): Rodrigo Neves Marques

Banca Examinadora: Rodrigo Neves Marques, Ruana
Regina Negrão de Souza, Geovana Alves Arcangeli
Gonçalves

Bibliografia

1. Agricultura. 2. Proteção de plantas. 3. Fitossanidade.
I. Oliveira., João Pedro Barros de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sua bondade infinita, pelo dom da vida, pela minha saúde, por todas as pessoas maravilhosas que introduz em minha vida e por todas as oportunidades.

Aos meus pais, Jorge Luiz e Joziane Renata, por serem pessoas de tanto valor e amor ao próximo.

À minha família, que sempre me deram todo apoio e amor. E em especial à minha Vó, Maria Genessi, que tanto cuidou de mim e quis me ver formado.

Aos meus grandes amigos por todo suporte e por todas as risadas.

À República Invernada que foi a minha casa por todo esse período de graduação.

Ao meu professor e orientador, Rodrigo Marques, por todo o suporte e conhecimentos passados.

E para finalizar, à professora Josiane, por toda a paciência e ajuda nas análises estatísticas.

RESUMO

O milho é a segunda cultura de maior área cultivada no Brasil, fator que leva a grande preocupação com o controle e danos de insetos praga que se beneficiam dessas extensas pontes verdes, como a *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho-do-milho), uma das principais pragas no território brasileiro com cerca de R\$ 1,2 bilhões de prejuízo anual causado às lavouras brasileiras. O controle químico é amplamente utilizado devido a sua alta eficiência, praticidade de aplicação e preços relativamente baixos. Posto isso, o presente trabalho objetivou avaliar a taxa de mortalidade e os danos causados por lagartas-do-cartucho submetidas a inseticidas químicos de diferentes formas de ação. O ensaio ocorreu no município de Araras/SP, entre 14/03/2024 e 06/05/2024, sob delineamento de blocos casualizados com 4 repetições e 6 tratamentos, totalizando 24 parcelas com 6 linhas de plantio de milho em cada. Um tratamento foi a testemunha, o qual não teve nenhuma aplicação em suas parcelas. Já nas outras parcelas, foram analisados os inseticidas comerciais Goemon 50 SL®, Avatar 150®, Exalt®, Pirate®, Proclaim®. Avaliou-se o número de lagartas vivas com 0, 3, 7, 10, 14 e 21 dias após aplicação, bem como os danos nas plantas de milho com 0 e 21 dias após aplicação. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância estatística pelo Teste ANOVA, e as médias comparadas pelo Teste de Tukey à 5% de significância. Nenhum tratamento obteve uma eficiência de controle satisfatória aos 3 dias após aplicação, mas aos 7 dias todos foram considerados eficientes. Aos 10, 14 e sobretudo aos 21 dias, a eficiência de todos os tratamentos foi severamente reduzida. A respeito da avaliação de danos, o Avatar 150® reduziu 72% dos danos, Pirate® 63%, Goemon 50 SL 59%, Exalt® 54% e o Proclaim® 50%. Os resultados obtidos evidenciaram a eficiência dos tratamentos com 7 dias após aplicação, mas também evidenciou a degradação dos produtos em condições de campo, levando a uma queda de mortalidade abaixo da considerada eficaz aos 21 dias após aplicação.

Palavras-chave: Manejo Integrado de Pragas; inseticidas; eficiência de controle.

Chemical control of Fall Armyworm (*Spodoptera Frugiperda*) and damage evaluation in corn

Corn is the second largest crop cultivated in Brazil, a factor that leads to great concern about the control and damage of insect pests that benefit from these extensive green bridges, such as *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm), one of the main pests in Brazil, with approximately R\$ 1,2 billion damaged in Brazilian agriculture. Chemical control is widely used due to its high efficacy, practicality of application, and relatively low prices. Therefore, the present study aimed to evaluate the mortality rate and damage caused by fall armyworms subjected to chemical insecticides with different forms of action. The trial took place in the municipality of Araras/SP, between 03/14/2024 and 05/06/2024, under a randomized block design with 4 replications and 6 treatments, totaling 24 plots with 6 corn planting lines in each. One treatment was the control, which had no application in its plots. In the other plots, the commercial insecticides Goemon 50 SL®, Avatar 150®, Exalt®, Pirate®, Proclaim® were analyzed. The number of live caterpillars was evaluated at 0, 3, 7, 10, 14 and 21 days after application, as well as the damage to corn plants at 0 and 21 days after application. The results obtained were subjected to analysis of statistical variance by the ANOVA test, and the means were compared by the Tukey test at 5% significance. No treatment obtained satisfactory control efficiency at 3 days after application, but at 7 days all were considered efficient. At 10, 14 and especially at 21 days, the efficiency of all treatments was severely reduced. Regarding damage assessment, Avatar 150® reduced damage by 72%, Pirate® by 63%, Goemon 50 SL by 59%, Exalt® by 54% and Proclaim® by 50%. The results obtained demonstrated the efficiency of the treatments 7 days after application, but also demonstrated the degradation of the products under field conditions, leading to a drop in mortality below that considered effective at 21 days after application.

Keywords: Integrated pest management; insecticides; control efficiency.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Quantidade média de lagartas encontradas em cada tratamento para verificar eficiência de cada produto. | 19 |
| Tabela 2. Resultados médios obtidos em cada tratamento com a avaliação de danos na escala Davis (1992). Araras, 2024. | 22 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 8 |
| 2.1 | A CULTURA DO MILHO..... | 8 |
| 2.2 | <i>SPODOPTERA FRUGIPERDA</i> | 10 |
| 2.2.1 | ASPECTOS BIOLÓGICOS..... | 10 |
| 2.2.2 | DANOS NA CULTURA DO MILHO..... | 11 |
| 2.2.3 | RESISTENCIA A INSETICIDAS..... | 11 |
| 2.3 | PRODUTOS COMERCIAIS..... | 12 |
| 2.3.1 | GOEMON 50 SL®..... | 12 |
| 2.3.2 | AVATAR 150®..... | 13 |
| 2.3.3 | PIRATE®..... | 13 |
| 2.3.4 | EXALT®..... | 14 |
| 2.3.5 | PROCLAIM®+ADJUVANT OCHIMA 0,25%..... | 14 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 18 |
| 5 | CONCLUSÃO | 23 |
| | REFERÊNCIAS | 23 |

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2024), o milho é a segunda cultura de maior área cultivada no Brasil, com 20.982,2 mil hectares, apenas atrás da soja que possui 47.369,8 mil hectares. Com essa imensa área de cultivo, o milho alcançou uma produção de 119.633,3 mil toneladas, o que reflete em uma produtividade de 5.702 kg por hectare.

Ao passo que a demanda por alimento fica maior a cada ano, a necessidade de aumentar a produtividade da terra se apresenta cada vez maior, e com isso são buscadas maneiras de tornarem as terras mais férteis, cultivares mais produtivas e resistentes e as lavouras mais sustentáveis. Um dos agentes limitantes para o alcance do potencial agrícola são as infestações de pragas. Diante desse aspecto, a busca pela utilização de métodos de controle mais eficientes tornou-se frequente e, dentre o complexo de insetos que atacam a cultura, a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma das principais praga do milho no Brasil (Cruz, 2021). Esta espécie é uma importante praga das Américas e recentemente se tornou uma praga invasora de algumas regiões em outros continentes, como África, Ásia e Oceania (FAO, 2021). Possui hábito alimentar polífago e vem ocupando uma posição de destaque no território brasileiro por serem hospedeiras de várias culturas como o milho, sorgo, arroz, cana de açúcar e o algodão (Barros et al., 2010).

Segundo Cruz (1995), a *S. frugiperda* é altamente adaptada ao clima tropical brasileiro (Cruz, 1995). Assim, o sistema brasileiro de produção agrícola com extensas áreas de lavouras que são hospedeiras da lagarta, aliado com o clima favorável ao seu desenvolvimento, torna-se uma grande vítima para a alimentação do inseto.

Em busca de reverter esse cenário, a pesquisa avança testando diferentes formas de manejo, que devem ser aplicadas em conjunto promovendo um manejo eficiente e sustentável. O manejo integrado de pragas (MIP) é considerado uma das melhores ferramentas de controle de pragas, no qual utiliza-se técnicas de controle apropriadas para manter o nível da praga abaixo de causar danos econômicos (Wangen; Júnior, 2015). Ademais, a utilização de plantas transgênicas, o controle biológico com parasitoides e predadores, sementes tratadas com inseticidas e pulverização de inseticidas também são técnicas exploradas pelos produtores da cultura e vêm se destacando com a sua alta eficiência de resultados (Garavazi, 2020).

Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes inseticidas com mecanismos de ação distintos para o controle de *S. frugiperda* na cultura do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

A família Poaceae, também conhecida como a família das gramíneas, é um dos principais pilares da agricultura mundial, compreendendo mais de 10.000 espécies que atuam em diversos segmentos da sociedade, como a alimentação humana, ração para criação de animais, produção de combustíveis e até para paisagismo. Essa família também possui grande destaque pela proeminência de plantas C4 as quais possuem grande potencial para a produção de alimento em grandes quantidades em regiões de altas temperaturas e menores níveis de humidade, pois plantas C3 perdem muita água aos seus estômatos abrirem para captar CO₂, o que não ocorre com tanta intensidade com plantas C4, já que o seu aproveitamento de CO₂ é muito maior do que de plantas C3 (Buckeridge, 2016).

Uma dessas plantas C4 pertencente da família das gramíneas é o milho (*Zea mays*), que é uma planta monoica, com variedades que podem alcançar até 3,5m, com inflorescência apical masculina e inflorescência feminina partindo das axilas das folhas as quais originam espigas – que podem variar de uma a três por planta (Durães; Magalhães, 2006). Conforme descrição de Barbosa (1983), o milho é uma planta de ciclo curto, que possui raízes fasciculadas, folhas alternadas lanceoladas e o seu grão é do tipo fruto seco cariopse.

Sua origem é datada há mais de 10 mil anos no México (Costa, 2024). Com todo esse tempo a planta do milho desenvolveu uma variabilidade genética enorme, o que reflete em diversas variedades únicas destinadas a diferentes cultivos e produtos. Entre esses produtos, destacam-se o milho para silagem, milho pipoca, milho branco e o milho verde.

Devido ao crescimento populacional e a alta demanda por alimentos, a produção animal principalmente bovina, suína e avina continuam a crescer e com isso a produção de cereais para a sua criação e engorda também tem crescido consideravelmente de modo que a colheita de milho no Brasil atingiu a sua maior

colheita anual da história em 2023, com um total de 131,9 milhões de toneladas (Conab, 2023). Além da sua importância para a alimentação animal, o milho é um ótimo alimento para a saúde humana, visto que são ricos em carboidratos, proteínas, fibras e sais minerais (Menegaldo, 2011). E é na alimentação humana que o milho verde entra em destaque, seja ele consumida in natura, cozido, assado, na forma de suco ou industrializado na fabricação de sorvetes, biscoitos e entre outros alimentos (Embrapa, 2002).

Antigamente na produção de milho verde e do milho convencional eram usadas as mesmas cultivares, mas devido ao crescimento da demanda e da exigência do mercado para o consumo de milho verde, as empresas buscaram produzir cultivares específicas para o cultivo do milho verde (Embrapa, 2002).

De acordo com Filho *et al.* (2002), as características desejadas para as cultivares de milho verde são: altura média da planta; resistência alta ao quebramento e acamamento; espiga bem empalhada; sabugo com cor clara em um formato cilíndrico e fino; pedúnculo firme; grãos grandes, claros e uniformes; equilíbrio entre os teores de açúcar e de amido; e é de extrema importância a permanência das espigas no ponto de colheita dos grãos verdes, que é no estado leitoso, cuja umidade é de 70% até 80% (Costa, 2021).

Conforme Matos (2007), o milho verde pelo seu grande valor agregado e crescente demanda tem se mostrado uma alternativa excelente principalmente para pequenos e médios agricultores, pois é uma cultura que permite o uso de mão-de-obra familiar e a indústria caseira. A época do ano em que a cultura do milho verde é mais rentável para os produtores brasileiros ocorre durante os meses de maio a setembro (Cruz, 2002), época das festas juninas, que aumenta exponencialmente a demanda pelo produto para a produção de alimentos típicos dessa festa.

Segundo a Embrapa (2008), para produtores que possuem recursos de irrigação, é possível o fornecimento de milho verde para o mercado durante o ano todo por meio do escalonamento de plantio e colheita, sendo necessária irrigação durante os meses de inverno. Mas ao produtor optar pelo escalonamento de plantio de milho verde durante o ano todo, grandes serão seus problemas com insetos praga, devido aos diferentes talhões na área servirem de pontes verdes para a sua migração e infestação.

2.2 *Spodoptera frugiperda*

2.2.1 Aspectos biológicos

Considerada uma das maiores praga da cultura do milho atualmente, a Lagarta do cartucho, de nome científico *Spodoptera frugiperda*, J.E Smith (1797), é uma lagarta da ordem Lepidoptera e da família Noctuidade. De acordo com Cruz (1995), a *S. frugiperda* é nativa das Américas e foi inicialmente reconhecida como praga na cultura do milho em 1797 nos Estados Unidos da América com o nome de *Phalaena frugiperda*. Ainda de acordo com Cruz, a lagarta do cartucho é um inseto que apresenta metamorfose completa, ou seja, em seu ciclo de vida completo apresenta as fases de ovo, larva, pupa e adulto.

Segundo Barcelos e Rosa (2012), seu ciclo de vida completo pode variar de 22 até 63 dias, com 3 dias em sua fase de ovo, 12 a 30 dias em sua fase larval, pré-pupa de 1 a 5 dias, e de 8 a 25 dias em sua fase de pupa até finalmente se tornar adulta.

As fêmeas depositam até 2000 ovos, divididas em até 13 posturas, em massas nas faces das folhas e em suas primeiras horas apresentam cor verde-clara, e passam a uma cor alaranjada após cerca de 12 horas após a sua deposição (Gallo, 2002; Cruz 1995).

Sua fase de larva compreende seis instares, os quais as suas durações dependem das condições de temperatura, atingindo maiores durações em condições de temperatura abaixo de 23°C. À medida que as larvas se alimentam, elas passam de uma cor esbranquiçada para uma cor esverdeada; ao completarem o seu primeiro instar, elas medem cerca de 1,90 mm. E ao chegar ao seu completo desenvolvimento do sexto instar, chegam a medir 35 mm, apresentam um “Y” invertido em sua cabeça e possuem manchas marrom-avermelhadas (Cruz, 1995; Valicente, 2008).

Assim que totalmente desenvolvida em seu estágio larval, os insetos passam para o seu estágio anterior a pupa, no qual não se alimentam e dirigem-se principalmente para o solo ou para os cartuchos das plantas de milho, onde transformam-se em pupa (Cruz, 1995).

No estado de pupa, a *S. frugiperda* é muito sensível e frágil. No início dessa fase, a sua cor é alaranjada e com o decorrer dos dias passa para uma cor bem escura próxima ao preto. Medem em média 15 mm de comprimento e têm um formato cilíndrico (Gallo, 2002; Cruz, 1995).

A fase adulta da *S. frugiperda* são mariposas que podem chegar à 15 mm de comprimento e 35 mm de comprimento. Embora o corpo dos machos e das fêmeas apresentem coloração cinza e as asas posteriores apresentem a mesma coloração clara com linhas marrons que as circulam, o dimorfismo sexual da espécie está presente nas asas anteriores, assim as asas dos machos possuem manchas mais claras que a das fêmeas (Cruz, 1995).

2.2.2 Danos na cultura do milho

Os danos ocasionados pela Lagarta-do-cartucho ocorrem durante a sua fase larval. Assim que as larvas eclodem dos ovos já começam a se alimentar das folhas do milho mesmo com seu sistema mastigador não totalmente desenvolvido, o que gera a raspagem de uma das faces da folha, e de acordo com Cruz (1995), isso é um grande sinal para indicar que estão presentes lagartas de *S. frugiperda* no local, visto que são poucas as espécies de pragas que têm esse comportamento.

À medida que a lagarta se desenvolve, ela se localiza principalmente no cartucho da planta do milho e o destrói ao se alimentar. Mas ela não se limita apenas ao cartucho da planta, visto que elas são capazes de se alimentarem das folhas, causando grandes furos, e até das espigas, o que inviabiliza a sua comercialização para o milho verde (Filho, 2002; Cruz, 1995).

Segundo Topazio (2021), os danos causados pela Lagarta do Cartucho no Brasil podem reduzir a produção de milho em mais de 60%. E conforme Cruz e Turpin (1982), o estágio mais suscetível da planta de milho ao ataque dessa lagarta é o de 8 a 10 folhas. Ainda de acordo com Topazio (2021), os prejuízos ocasionados pelo ataque desta lagarta no Brasil são de cerca de R\$ 1,2 bilhões.

2.2.3 Resistencia a inseticidas

Conforme o Comitê Brasileiro de Ação à Resistência a Inseticidas (IRAC-BR), áreas de plantio sucessivo de milho apresentam grandes riscos para a ocorrência da resistência de *S. frugiperda*.

A resistência de um inseto a inseticidas ocorre pela pressão de seleção, na qual indivíduos resistentes são selecionados pela morte dos não resistentes, e assim aumentam a sua frequência dentro da população, o que reduz a eficiência dos inseticidas usados anteriormente (Rosa; Martins, 2011). A evolução da resistência dos

insetos a diferentes inseticidas é um importante desafio do MIP; visto que aumenta o custo de controle das pragas, reduz a eficiência de inseticidas, gera um maior risco de contaminação ambiental e de destruição de inimigos naturais (Georgiou, 1983; Croft, 1993).

A resistência da *S. frugiperda* já foi detectada para as principais classes de inseticidas em diversas regiões (Young; Mcmillian, 1979; YU, 1991; YU, 1992). Para exemplar isso, intensidade de resistência de 19 a 42 vezes para Lambda-cyhalothrin e de 2 a 22 vezes para Methomyl foram detectadas na Venezuela (Morillo; Nottz, 2004); de 14 a 192 vezes para carbamatos, 12 a 271 vezes para organofosforados e de 2 a 216 vezes para piretróides, todos na Região da Flórida, nos Estados Unidos (Yu, 1991).

No Brasil não é diferente, na medida em que diversos produtos para o controle de *S. frugiperda* já tiveram sua resistência provada, como a Carbaryl, Fluvalinate, Fosfate Methil parathion e a Lambda-cyhalotrin (Diez-rodíguez; Omoto, 2001) e a Deltametril (Martinelli, 2006).

A frequência de resistência a inseticidas carbamatos (Grupo 1A), spinosinas (Grupo 5), avermectinas (Grupo 6), pyrroles (Grupo 13), diacilhidrazinas (Grupo 18), oxadiazinas (Grupo 22A) e semicarbazonas (Grupo 22B) está, em geral, relativamente baixa (< 20%) nas últimas safras (2019/2020). Contudo, ressalta-se que em algumas localidades das regiões da Bahia, Goiás e Mato Grosso, as sobrevivências a inseticidas diamidas (Grupo 28) atingiram valores > 20%. As frequências de resistência a inseticidas piretroides (Grupo 3) e inibidores de síntese de quitina (Grupo 15) continuam altas (> 40%) em algumas regiões produtoras do Brasil (Irac, 2024).

2.3 Produtos comerciais

2.3.1 Goemon 50 SL®

O ingrediente ativo desse inseticida é o ciantraniliprole, uma segunda geração de inseticidas da classe das diamidas (Foster et al., 2012). Ciantraniliprole é o primeiro inseticida da classe das diamidas comercializado que possui um espectro de ação mais amplo, sobre insetos sugadores e mastigadores das ordens Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera e Thysanoptera (Cheek; Cordova; Legocki; Połec; Sattelle; Żelechowski, 2008).

Os inseticidas do grupo das diamidas atuam nos canais receptores de rianodina

(RyRs), que ficam localizados no retículo sarcoplasmático das células dos músculos e no retículo endoplasmático de células não musculares. Os RyRs são responsáveis pela regulação intracelular dos níveis de cálcio para a contração muscular (Coronado et al., 1994). O nome RyRs vem de um inseticida natural denominado rianodina, extraído e isolado de caules e raízes da planta *Ryania speciosa* Vahl., na década de 40 (Edwards; Slocombe; Weiant, 1948).

2.3.2 Avatar 150®

O indoxacarbe é o ingrediente ativo do inseticida Avatar 150® e é o único representante da classe das oxadiazinas, descoberto e desenvolvido pela E.I. DuPont & Co e lançado no Brasil pela DuPont do Brasil S.A. na safra de 2000/2001, sendo o primeiro bloqueador de canais de sódio do tipo pirazolina comercializado (Marçon, 2004). Sua descoberta ocorreu através do aperfeiçoamento da pirazolina quanto a sua eficiência inseticida, segurança em relação aos organismos não visados e segurança para o meio ambiente, possuindo mecanismo de ação distinto do DDT e dos piretroides (Mccann, 2001). A otimização das oxadiazinas ocasionou à identificação de indoxacarbe racêmico (DPX-JW062) como candidato para comercialização. Sua síntese forneceu um meio de produção do indoxacarbe enriquecido no isômero ativo que apresenta grande eficiência inseticida (Mccann, 2001; Silver, 2010).

O efeito do inseticida indoxacarbe ocorre após sua ativação metabólica por meio da ação de enzimas, esterases ou amidases, que clivam o grupo de ligação da ureia, libertando a ureia livre, atuando então como o bloqueador do canal de sódio (Wing, 2000; Silver, 2010). A atividade enzimática responsável por esse modo de ação é encontrada em níveis elevados nos intestinos médios e nos tecidos gordurosos dos insetos (Wing, 2000). Esse modo de ação relaciona-se com o surgimento de sintomas de neurointoxicação, variando de pequenas convulsões até a paralisia seguida de morte (Wing, 1998; Wing, 2000; Silver, 2010).

2.3.3 Pirate®

O inseticida Pirate® pertence ao grupo dos desacopladores da fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton e tem como princípio ativo o clofernapiir. O clofernapiir que somente se converte na forma ativa pela ação das enzimas oxidases

de função mista. Seu sítio de atuação é a mitocôndria e age desacoplando as reações de fosforilação oxidativa, dessa forma não sendo possível a produção de ATP, ocasionando o fim das funções vitais das células e posteriormente a morte do inseto. Essa morte não ocorre imediatamente como no uso de inseticidas neurotóxicos, mas sim horas depois com o fim da reserva energética (Carvalho; Rigitano, 2001).

2.3.4 Exalt®

O Exalt® é um inseticida do grupo das spinosinas, as quais são moduladores dos receptores da acetilcolina que levam a abertura de canais iônicos e à condução do estímulo nervoso. Seu sítio de ligação nos receptores de acetilcolina parece ser distinto do da nicotina e neonicotinóides (Perry, 2011). Apesar de atuarem de um modo diferente dos organofosforados e carbamatos, os sintomas acabam sendo semelhantes, como: tremores, convulsões e, eventualmente, colapso do sistema nervoso central e morte (Matias, 2016).

2.3.5 Proclaim®+Adjuvant Ochima 0,25%

Este inseticida tem como ingrediente ativo o Benzoato de Emamectina e enquadra o modo de ação 6 (MoA 6) e pertence ao grupo dos moduladores alostéricos de canais de cloro mediados pelo glutamato (Irac, 2024). Portanto, quando o inseticida se liga aos canais de cloro, inicia-se o fluxo de cloro para o interior das células neurais que resulta na perda da função celular e interrupção do impulso nervoso paralisando o inseto irreversivelmente e, deste modo, cessando a atividade alimentar. Sua atuação se dá por contato e ingestão, sendo a ingestão considerada a principal via de intoxicação (Dybas; Jansson, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental localiza-se no interior do estado de São Paulo, no município de Araras (Figura 1). O produtor da área optava pelo fornecimento de milho verde durante todo o ano por meio do escalonamento de plantio e manejo de irrigação.

Figura 1 - Área do experimento, Araras – SP.



Fonte: Autoria própria

O experimento foi realizado na cultura do milho, utilizando a variedade comercial precoce Biomatrix 3066, cultivada para obtenção de milho verde, sendo conduzido no período de 14 de março a 6 de maio de 2024.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima do local é do tipo Cwa, isto é, clima temperado com verão quente e úmido, contando com temperatura média anual de 21,6°C e precipitação anual média de 1380 mm (Köppen; Geiger, 1928; Köppen, 1931).

Foram realizados seis tratamentos com quatro repetições, sendo que, devido a área heterogênea do campo, o delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizados (DBC). As parcelas possuíam 4,5 x 6 m, totalizando 27 m² cada com 6 linhas de plantio, das quais somente as duas linhas centrais foram consideradas úteis para avaliação em cada parcela, para não haver interferência de uma possível sobreposição de tratamentos. Foram testados os seguintes produtos comerciais (tratamentos): Avatar 150® (indoxacarbe), Exalt® (espinetoram), Goemon 50 SL® (ciclaniliprole), Pirate® (clorfenapir) e Proclaim® (benzoato de amamectina). Todos devidamente registrados pelo Ministério de Agricultura e Abastecimento (MAPA) para o controle de *S. frugiperda* na cultura do milho. E foi utilizada uma parcela sem nenhum produto em cada bloco (testemunha), para comparação com os produtos testados.

A área foi inicialmente infestada com a inoculação de uma lagarta de *S. frugiperda* de primeiro a segundo instar por planta nas duas linhas centrais de milho de cada parcela (Figura 2). As lagartas foram inoculadas manualmente com a ajuda de um pincel para não as ferir ou matar.

Figura 2 - Inoculação de lagartas do primeiro ínstar com pincel

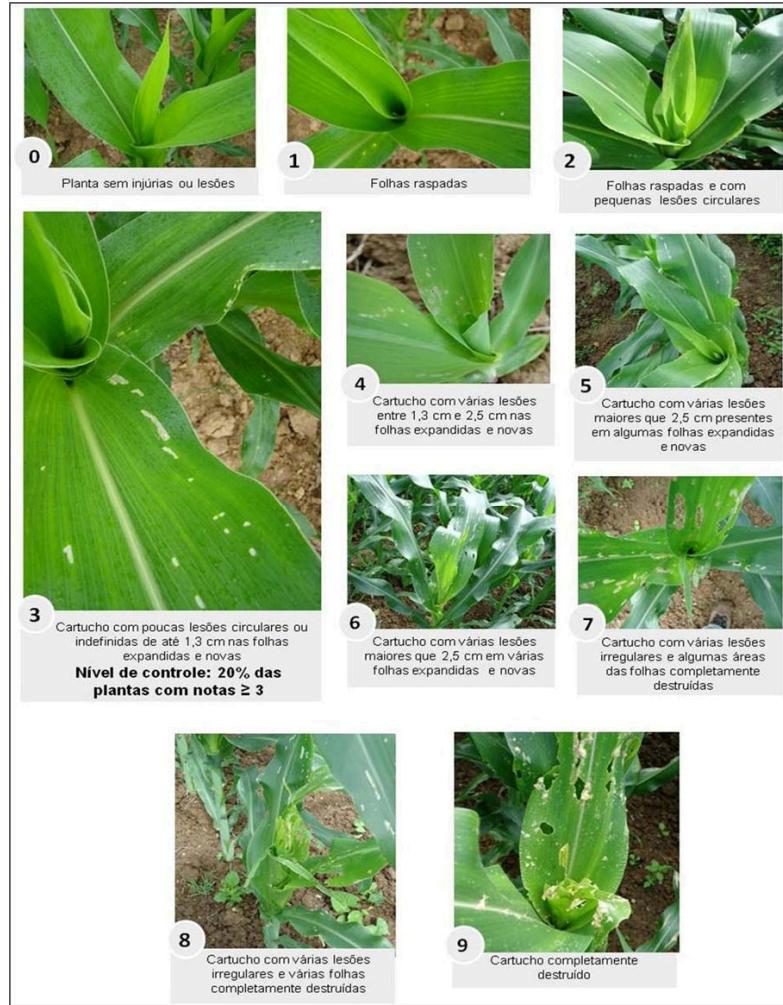


Fonte: Autoria própria

Foram realizadas as aplicações de inseticidas no dia 12 de abril de 2024, com pulverizador costal de pressão controlada, proporcionando um volume de calda de 150 L/ha. Na data da aplicação dos tratamentos, as plantas de milho estavam no estágio V7.

As avaliações foram realizadas previamente às aplicações e aos 3, 7, 10, 14 e 21 dias após a aplicação, contando-se as lagartas nas duas linhas centrais. Também foi realizada avaliação por escala Davis (Davis et. Al., 1992) previamente à aplicação e aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos. A escala de Davis consiste em uma avaliação visual das folhas de milho, para determinação de uma nota (a qual varia de 0 a 9) de acordo com o nível de dano causado pela lagarta nas folhas (Figura 3).

Figura 3 - Escala Davis para avaliação de dano causado pela lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* ao milho. Notas de: 0 (sem dano) a 9 (cartucho completamente destruído).



Fonte: Davis, (1992).

Realizou-se também o cálculo da porcentagem de redução das notas atribuídas ao ataque da lagarta-do-cartucho pelo método proposto por Abbott (1925), utilizando-se a fórmula:

$$E(\%) = \frac{(T - t) \cdot 100}{T}$$

Onde: E (%) é a eficiência de redução da nota de ataque do tratamento expressa em porcentagem, T é a nota atribuída ao híbrido convencional (testemunha) e t é nota de ataque atribuída ao tratamento avaliado.

Os resultados obtidos em cada avaliação foram submetidos ao Teste de Tukey a um nível de significância de 5% com a utilização do software R. A análise estatística

foi feita com a raiz quadrada dos números obtidos em cada avaliação, com o propósito de reduzir o coeficiente de variação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o registro de novos produtos é necessário que sejam realizados testes para destacar a eficiência relativa sobre insetos-pragas (porcentagem de mortalidade), os diferentes produtos testados devem apresentar controle superior a 80% em relação à testemunha, algo que é obrigatório nos laudos de testes de Eficiência e Praticabilidade Agronômica de Agrotóxicos que devem ser encaminhados para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de acordo com (Instrução Normativa SDA nº 36, de 24 de novembro de 2009), a eficiência relativa é mais válida do que teste de média, pois o fato de algum tratamento não se diferenciar da testemunha não significa que ele seja realmente eficiente para o controle (Adapar, 2015; Gonçalves et al., 2016). Nesse contexto, os tratamentos com eficiência relativa acima de 80% foram considerados com alto potencial sobre a lagarta da espécie *S. frugiperda*.

A tabela 1 mostra os resultados do controle do número de lagartas durante todos os dias do experimento. Todos os inseticidas testados foram significativamente diferentes em relação a testemunha em todos os dias após o dia de aplicação. Apesar desta diferença significativa, o gráfico 1 evidencia que na maior parte dos dias, os produtos não apresentaram uma eficiência de controle de pelo menos 80%, assim sendo considerados de baixa eficiência.

Tabela 1 - Quantidade média de lagartas encontradas em cada tratamento para verificar eficiência de cada produto.

| Tratamentos | Dosagem | | Número médio de lagartas* | | | | | |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| | mL/g p.c./ha | g. i.a./ha | Dias após aplicação | | | | | |
| | | | 0 | 3 | 7 | 10 | 14 | 21 |
| Testemunha | - | - | 6,50a | 6,00a | 3,00a | 5,50a | 3,50a | 4,50a |
| Goemon 50 SL | 200 | 10 | 5,50a | 1,50b | 0,25b | 1,50b | 0,75b | 2,25a |
| Avatar 150 | 400 | 60 | 6,50a | 2,25b | 1,25ab | 2,75ab | 1,50ab | 2,50a |
| Pirate | 1000 | 240 | 5,75a | 1,50b | 1,00b | 2,00b | 1,50ab | 2,25a |
| Exalt | 150 | 18,0 | 5,75a | 1,25b | 1,25ab | 2,00b | 1,75ab | 2,25a |
| Proclaim | 250 | 12,5 | 5,75a | 1,50b | 1,25ab | 2,25b | 1,75ab | 3,25a |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Autoria própria.

A curva de crescimento do número de lagartas da Testemunha apresentou comportamento similar aos outros tratamentos, não evidenciando movimentação das lagartas dos outros tratamentos para as parcelas sem inseticidas.

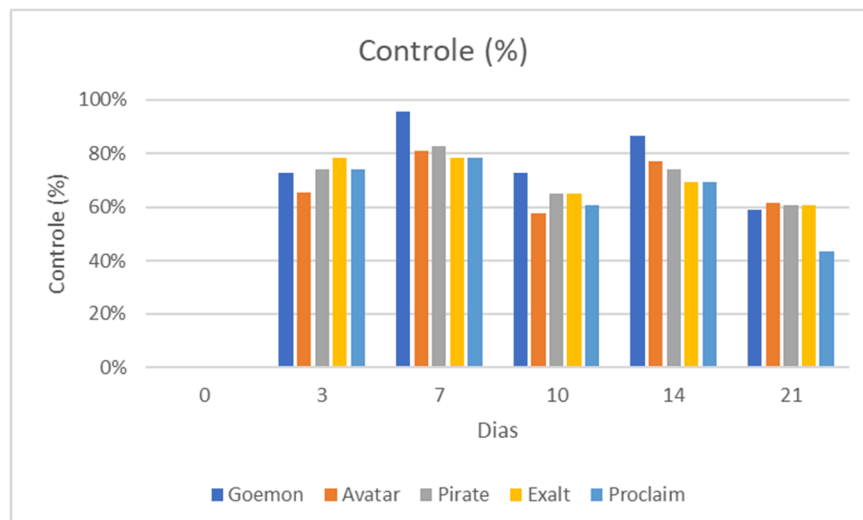
Os resultados obtidos com o Goemon 50 SL® aos 10 e aos 14 dias após a sua aplicação vão de acordo com Silva (2017), que analisou o efeito residual de Chlorantraniliprole, outro inseticida do grupo das diamidas, na dose de 10 gramas de ingrediente ativo por hectare e obteve um controle de 96,2% após 15 dias de aplicação. Ele não avaliou o efeito residual após 21 dias de aplicação, mas devido ao longo tempo é provável que não teria um controle tão efetivo, assim explicando a queda da taxa de controle para 59% após 21 dias de aplicação do tratamento Goemon 50 SL®. Conforme a bula do produto fornecido pela empresa ISK Biosciences do Brasil Defensivos agrícolas Ltda. junto ao MAPA (2021), o produto deve ser aplicado no máximo 3 vezes durante o ciclo da cultura do milho respeitando o intervalo mínimo de 10 dias. Segundo Cessa (2013), as diamidas necessitam de determinado tempo para promover a morte das pragas, sendo que sua eficiência relativa tende a ser atingida após 72 horas. Isso vai de acordo com o presente trabalho, o qual com 72 horas após a aplicação do Goemon 50 SL® não havia atingido uma mortalidade considerada eficaz, a qual foi atingida nos seguintes dias.

Silva (2017) também analisou o efeito residual do ingrediente ativo Indoxacarb, do produto Avatar150® em uma dose de 60g i. a. ha⁻¹ e obteve uma mortalidade superior a 90% desde o primeiro dia após a aplicação até o décimo quinto dia após

aplicação, assim correspondendo ao presente trabalho apenas ao tempo de 7 dias após aplicação, quando a mortalidade de lagartas causada pelo produto Avatar 150® superou a marca de 80%. Mas a evolução da mortalidade deste tratamento se mostrou inconstante e variou com o passar dos dias.

Aos três dias após a aplicação, nenhum inseticida alcançou a marca de 80% de eficiência. Já aos sete dias após a aplicação dos produtos, ocorreu a melhor taxa de controle das lagartas-do-cartucho pelos produtos, quando os produtos Goemon 50 SL®, Avatar 150® e Pirate® superaram a marca de 80% de controle, com destaque ao inseticida Goemon 50 SL®, que alcançou 95% de controle com uma média de apenas 0,25 lagartas por parcela, apresentando apenas uma lagarta na soma de 4 parcelas. Além disso os produtos Exalt® e Proclaim® alcançaram taxas de mortalidade muito próximas a 80%, podendo ser consideradas satisfatórias.

Figura 3 - Variação da mortalidade das lagartas conforme os dias de avaliação dos experimentos.



Fonte: Autoria própria

Mas aos 10 dias após aplicação, todos os produtos voltaram a apresentar um controle menor do que 80%, caindo consideravelmente. Quatro dias depois, aos 14 dias após aplicação, a taxa de controle dos tratamentos voltou a aumentar, mas apenas as parcelas com Goemon 50 SL® apresentaram uma média de controle acima de 80%. Na última avaliação do experimento, aos 21 dias após aplicação, o número de lagartas-do-cartucho das parcelas voltou a crescer consideravelmente em todos os tratamentos.

Com o inseticida Exalt® na dose de 150 ml por hectare, totalizando 18 gramas

de Spinetoram, seu ingrediente ativo, por hectare foram atingidas mortalidades próximas a 80% aos 3 e 7 dias após a aplicação dos tratamentos, mas que caiu para cerca de 60% aos 10, 14 e 21 dias após aplicação. Cezar et al. (2023) analisou a mortalidade de *S. frugiperda* com o inseticida Exalt® e seu efeito residual na cultura da soja, com a dose de 75 ml por hectare, mas diferentemente deste trabalho ele obteve eficiências de 98% em ambos os dias avaliados. Essa diferença nos resultados entre os trabalhos pode ser explicada pelas diferentes e imprevisíveis condições de campo e pelas diferentes culturas empregadas no trabalho.

A mortalidade de lagartas-do-cartucho com o inseticida Pirate® e o seu efeito residual também foi objeto de estudo de Cezar et al. (2023), este observou uma mortalidade de 50% e 98% após 3 e 7 dias da aplicação, respectivamente. Assim corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, que apresentou uma mortalidade de 73% após 3 dias da aplicação e 81% após 7 dias. Segundo Bonfim (2017), o inseticida Pirate® nas doses de 0,8 e 1,0 litros por hectare é eficiente para o controle de larvas de *S. frugiperda* em diferentes estágios larvais, mas no presente trabalho ele só foi considerado eficiente com as larvas com não mais de 10 dias.

A redução da eficiência demonstrada pelos inseticidas principalmente aos 21 dias após a aplicação pode ser explicada pela alta temperatura da região durante o experimento que pode ter colaborado com sua fotodegradação conhecida como fotólise, a qual é considerada como a forma natural mais destrutiva das moléculas inseticidas em condições de campo (Silva, 2017). Yu (2015) constatou que pela absorção da luz solar, sobretudo raios ultravioletas, as moléculas inseticidas são quebradas ou divididas em unidades menores. Em apoio a queda de eficiência dos inseticidas, Silva (2017) comparou o período residual de diamidas, oxadiazinas, espinosinas com a mortalidade de *S. frugiperda*, e observou que a taxa de mortalidade da praga começou a cair com 10 dias após a aplicação de todos os produtos, e atingiu valores menores que 80% após 14 dias de aplicação.

Previamente à aplicação e aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos, procedeu-se as avaliações do dano provocado por *S. frugiperda* em todas as plantas de cada parcela, considerando os danos nas seis plantas centrais, de acordo com a seguinte escala de notas (Davis, 1992). A tabela 2 mostra que previamente a aplicação as parcelas não apresentaram diferença estatística entre tratamentos na avaliação de danos, mas após 21 dias da aplicação as médias gerais de dano apresentaram diferença estatística entre os tratamentos e a testemunha. E as médias

variaram de 1,50 até 5,50 pontos na escala Davis. Os menores valores de dano foram obtidos nas parcelas com o tratamento Avatar 150®, de 1,50; seguido pelo Pirate® com nota 2 na escala; os tratamentos Goemon 50 SL®, Proclaim® e e Exalt® obtiveram valores de 2,25; 2,50 e 3,00 respectivamente; a Testemunha apresentou nota 5,50, diferenciando-se de todos os tratamentos.

Tabela 2. Resultados médios obtidos em cada tratamento com a avaliação de danos na escala Davis (1992). Araras, 2024.

| Tratamentos | Danos | |
|-------------------------|---------------------|-------------------|
| | Dias após aplicação | |
| | 0 | 21 |
| Testemunha | 2,50 ^a | 5,50 ^a |
| Goemon 50 SL | 2,75 ^a | 2,25 ^b |
| Avatar 150 | 2,00 ^a | 1,50 ^b |
| Pirate | 2,00 ^a | 2,00 ^b |
| Exalt | 2,50 ^a | 3,00 ^b |
| Proclaim + Ochima 0,25% | 2,75 ^a | 2,50 ^b |

Fonte: Aatoria Própria

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Ao calcular o percentual de redução da nota de sintoma de ataque aos 21 dias após aplicação, foram obtidos os seguintes resultados: 72% de redução para as parcelas com Avatar 150®, 63% para as parcelas com Pirate®, 59% para as parcelas com Goemon 50 SL®, 54% para as parcelas com Exalt® e 50% para as parcelas com Proclaim® + Adjuvant Ochima 0,25%.

A redução dos danos das lagartas não foi tão expressiva aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos, mas isso pode ter sido relacionado ao aumento populacional das mesmas entre os 14 e 21 dias após a aplicação. Seria interessante se as análises de danos também tivessem ocorrido aos 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação, visto que a população das lagartas havia caído consideravelmente em todas as parcelas que tiveram aplicação dos inseticidas se comparadas às parcelas do tratamento testemunha.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos por meio deste ensaio evidenciaram a eficiência dos inseticidas comerciais Goemon 50 SL®, Avatar 150®, Exalt®, Pirate® e Proclaim®+Adjuvant Ochima 0,25% para o controle de *S. frugiperda*, atingindo eficiências satisfatórias principalmente aos 7 dias após a sua aplicação.

Foi observado um tempo de mais de 72 horas para os inseticidas alcançarem mortalidades superiores ou próximas a 80%. Principalmente pelos seus mecanismos de ação necessitarem desse tempo para agir.

Além disso foi observado a queda da mortalidade das lagartas aos 14 e sobretudo aos 21 dias após a aplicação. Isso ocorreu pela queda da toxicidade residual dos produtos pela sua degradação natural, ocasionada principalmente pela sua fotodegradação.

REFERÊNCIAS

ANGELINI, M. R.; BARCELOS, P. H. S. Controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) em diferentes tecnologias bts (*Bacillus thuringiensis*) na cultura do milho. **Revista De Agricultura Neotropical**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 35–40, 2018. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1824>. Acesso em: 6 mar. 2025.

ANNIS, G. D. *et al.* The discovery of indoxacarb: oxadiazines as a new class of pyrazoline type insecticides. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 57(2), pag. 153-164. 2001 Acesso em: 01/01/2025

BALIEIRO, C.; GARAVAZI, F.; PATRONI, B. H. Comparativo do Controle Biológico e Químico de *Spodoptera frugiperda* na Cultura do Milho. **Revista Ensaios Pioneiros**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 89–98, 2020. DOI: 10.24933/rep.v4i1.210. Disponível em: <https://ensaiospioneiros.usf.edu.br/ensaios/article/view/210>. Acesso em: 06/03/ 2025.

BARBOSA, J. V. A. **Fisiologia do Milho**. Cultura do milho. Brasília, DF: EMBRATER; Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1983. cap. 2, p. 7-12, 1983. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/478760?locale=pt_BR

BARCELOS, T. I.; ROSA, A. P. S. A. **Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho**. Embrapa Temperate Agriculture, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/935552/bioecologia-e-controle-de-spodoptera-frugiperda-em-milho>. Acesso em: 01/01/2025.

BARROS, E. M.; BUENO, A. F.; TORRES, J. B. Oviposição, Desenvolvimento e Reprodução de *S. frugiperda* (J.E. Smith) (Lepdoptera: Noctuidae) em Diferentes Hopedeiros de Importância Econômica. **Revista de agricultura neotropical**, v. 39, n. 6, dez. 2010. Acesso em: 01/01/2025.

BATTERHAM, P.; DABORN, P. J.; PERRY, T.; The biology of insecticidal activity and resistance. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 41, p. 411-422. 2011. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965174811000622#:~:text=Here%20we%20explore%20the%20usefulness%20of%20the%20D.,more%20complete%20understanding%20of%20insect%20biology%20for%20insecticide>. Acesso em: 01/01/2025

BORGES, D. F.; COSTA, H. D. A.; MODESTO, A. O.; SILVA, F. B. (2024). Avaliação de adubação química e orgânica no cultivo do milho. **Revista GeTeC**, v. 15, p 2-3. 2024. Disponível em:
<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/3365> Acesso em: 01/01/2025.

BUCKERIDGE, M.; MARABESI, M.; SOUZA, A. P.; TONINI, P. P; YEPES, A. 2016. **Comparação entre os sistemas fotossintéticos C3 e C4 (2016)**. Disponível em:
<https://www.euquerobiologia.com.br/2016/12/plantas-c3-c4-e-cam-resumo-exemploshtml>. Acesso em: 01/01/2025.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. 1970. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970. Disponível em:
<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/0/tde-20240301-143656/>. Acesso em: 06/03/2025.

CESSA, R. M. A.; MELO, E. P.; JUNIOR, I. S. L. Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepdoptera: noctuidae) alimentadas com folhas de milho e feijoeiro imersas em soluções contendo inseticidas. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 1, p. 85-92, abr. 2013. Disponível em:
<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/434>. Acesso em: 01/01/2025.

COMITÊ DE AÇÃO À RESISTÊNCIA A INSETICIDAS (IRAC). Disponível em:
<https://www.irac-br.org/>. Acesso em: 01/01/2025.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **3º levantamento – safra 2024/25**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>> Acesso em: 31/12/24

CORONADO, R.; MORRISSETTE, J.; SUKHAREVA, M.; VAUGHAN, D. Structure and function of ryanodine receptors. **American Physiological society**, v. 266, p. 1485-1504, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8023884/>. Acesso em: 01/01/2025.

CROFT, B. A.; DUNLEY, J. E. Habitat patterns and pesticide resistance. **Evolution**

of insect pests: patterns of variations. New York, p.145-162, 1993. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Evolution_of_Insect_Pests.html?id=dDzqU4zO3vgC&redir_esc=y#:~:text=Reflects%20on%20insect%20pests%27%20evolution%20by%20evaluating%20existing,of%20variation%20and%20implications%20for%20pest%20management%20strategies. Acesso em: 01/01/2025.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995.. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-lagarta-do-cartucho-na-cultura-do-milho.-Cruz/5728accfdb7861f6be5562aca2ecc6707a6f242c>. Acesso em: 01/01/2025.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. 1982. **Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura de milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 17, n. 3, p. 355-359, mar. 1982. 17: 355 – 359. Acesso em: 01/01/2025.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAGUIL, J.M. **Cultivo do Milho: Pragas da Fase Vegetativa e Reprodutiva.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. Acesso em: 31/12/2024.

CRUZ, J. C. **Cultivo do milho.** 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Acesso em: 06/03/2025.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, I. A. 2002. **Manejo e Tratos Culturais do Milho Verde.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/485480/1/Circ16.pdf>. Acesso em: 01/12/2024.

DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 311-316, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2001000200016>. Acesso em: 06/03/2025

DONG, K.; NOMURA, Y.; SALGADO, V. L.; SILVER, K. S.; SONG, W. Mechanism of action of sodium channel blocker insecticides (SCBIs) on insect sodium channels. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 97, Issue 2, p. 87-92. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357509001242#:~:text=In%20this%20article%2C%20we%20review%20the%20physiological%20actions,elucidate%20the%20receptor%20site%20of%20SCBIs.%201.%20Introduction>. Acesso em: 01/01/2025

DURÃES, F.O.; MAGALHAES, P. C. **Fisiologia da produção de milho.** Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/490408>Acesso em: 01/01/2025.

DYBAS, R. A. *et al.* Efficacy of solid formulations of emamectin benzoate at controlling lepidopterous pests. **Florida Entomologist**, v. 79, pag: 434–449. 1996. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235782023_Efficacy_of_Solid_Formulation

s_of_Emamectin_Benzoate_at_Controlling_Lepidopterous_Pests. Acesso em: 01/01/2025.

EDWARDS, G. A.; SLOCOMBE, A. G.; WEIANT, E. A. The Action of Ryanodine on the Contractile Process in Striated Muscle. **Science**, vol. 108, no. 2804, 1948, pp. 330–32. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1677254>>. Acesso em: 06/03/2025.

FOSTER, S. P. *et al.* Susceptibility of standard clones and Europe field populations of the green peach aphid, *Myzus persicae*, and the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), to the novel anthranilic diamide insecticide cyantraniliprole. **Pest Management Science**, v. 68, p. 629-633, 2012. Disponível em: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ps.2306#accessDenialLayout>. Acesso em: 06/03/2025

FUNDATION OF AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Agriculture Production Dataset**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso em: 31/12/2024.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p., 2002. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001252172>. Acesso em: 06/03/2025.

GEORGHIOU, G.P. Management of resistance in arthropods. **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum, 1983. p.769-792. Disponível em: <https://eurekamag.com/research/003/651/003651861.php#:~:text=This%20chapter%20reviews%20the%20impact%20of%20pesticide%20%28insecticides,%28e.g.%20organochlorine%2C%20organophosphate%2C%20carbamate%2C%20and%20pyrethroid%29%3B%20and%20>. Acesso em: 01/01/2025.

LEGOCKI, J.; POŁEĆ, I.; ŻELECHOWSKI, K. Contemporary Trends in Development of Active Substances Possessing the Pesticidal Properties: Ryanodine-Receptor Targeting Insecticides. **Pesticide**, v. 3, 15-26. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285876971_Contemporary_trends_in_development_of_active_substances_possessing_the_pesticidal_properties_ryanodine-receptor_targeting_insecticides. Acesso em: 01/01/2025.

MARÇON, P. G. **Modo de ação de inseticidas e acaricidas**. Estação Experimental Agrícola, Paulínia, SP. DuPont do Brasil S.A, 2002. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/79050965/modo-de-acao-de-inseticidas-e-acaricidas>. Acesso em: 06/03/2025

MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Resistência de lepidóteros-praga a inseticidas na cultura do algodão no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. v. 10, n. 3, p. 1167-1182. 2010. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/ojs/index.php/RBOF/article/view/89>. Acesso em: 01/01/2025.

MATIAS, R. S. **Como agem os inseticidas nos insetos**. 2016. Disponível em: <<https://www.pragaseeventos.com.br/saude-ambiental/como-agem-os-inseticidas-nosinsetos/>>. Acesso em: 01/01/2025

MCMILLIAN, W. W. YOUNG, J. R. Differential feeding by two strains of fall

armyworm larvae on carbaryl treated surfaces. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.72, p.202-203. 1979. Acesso em: 01/01/2025

MENEGALDO, J. G. A importância do milho na vida das pessoas. **Agrosoft Brasil**. 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/888767>. Acesso em: 31/12/2024.

MORILLO, F.; NOTZ, A. Effect of lambda-cyhalothrin and methomyl on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomotropica (ISSN: 1317-5262)**, vol. 19 Num. 1. 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1807/5777>. Disponível em: <https://utoronto.scholaris.ca/items/931c133b-e8f0-4219-9420-b4b8bff78a5b>. Acesso em: 01/01/2025

NYGAARD, D.; RATTA, A.; YU, S. J.; YUDELMAN, M.. The toxicology and Biochemistry of Insecticides: Pest management and food production – looking to the future. Washington, DC. **International Food Policy Institute**, 1998. New York; CCR Press, 358 p. 2015. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420059762/toxicology-biochemistry-insecticides-simon-yu>. Acesso em: 01/01/2025

PEREIRA, I. A. **O cultivo do milho verde**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/485177/1/Cultivomilho-verde.pdf>> Acesso em: 31/12/2024.

PEREIRA, P. H. S.; SANTANA, W. S.; WANGEN, D. R. Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) na cultura do milho com inseticidas de diferentes grupos químicos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.11 n.22; p. 2015. Disponível em: <http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/442>Acesso em: 01/01/2025

SILVA, K. B. **Toxicidade residual de inseticidas utilizados para *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, e efeitos sobre o predador *Doru luteipes* (Dermaptera)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2017. doi:10.11606/D.11.2018.tde-22032018-132601. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-22032018-132601/?lang=pt-br>. Acesso em: 06/03/2025

TOPAZIO, F. L. **MONITORAMENTO DE INJÚRIAS CAUSADA POR *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) NA CULTURA DO MILHO**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias Curso de Agronomia. Pato Branco, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27224/1/injuriasspodopteraculturamilho.pdf>. Acesso em 06/03/2025.

VALICENTE, F. H. **Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com *Bacillus thuringiensis***. Sete Lagoas, MG. Dezembro, 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/controle->

biologico-da-lagarta-do-cartucho-com-bacillus-thuringiensis.pdf/9c3a0d14-2fa9-41c0-883d-9515247cf306. Acesso em 06/03/2025.

WING, K. D. Bioactivation and mode of action of the oxadiazine indoxacarb in insects. **Crop Protect**. 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219400000703>. Acesso em: 01/01/2025

YU, S. J. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.85, p.675-682, 1992. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357503000798>. Acesso e 06/03/2025.

YU, S. J. Insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v.39, p.84-91, 1991. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0048357591902169>. Acesso em: 01/01/2025.