

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR
PÓS-GRADUAÇÃO LATU SENSU EM FITOSSANIDADE

BRUNA RONCHI HERMANN

EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS COM DIFERENTES MODOS DE AÇÃO NO
CONTROLE DE LAGARTAS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)

Balsas, Maranhão

2026

BRUNA RONCHI HERMANN

EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS COM DIFERENTES MODOS DE AÇÃO NO
CONTROLE DE LAGARTAS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em
Fitossanidade, como requisito parcial para
obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. Joatan Machado da Rosa

Balsas – Maranhão

2026

RESUMO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é uma das principais pragas agrícolas, causando elevados prejuízos em culturas de importância econômica. O controle químico constitui a principal estratégia de manejo, porém, sua eficiência pode variar em função do modo de ação dos inseticidas e do estágio de desenvolvimento das lagartas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de inseticidas com diferentes modos de ação no controle de *S. frugiperda* em diferentes estádios larvais. O experimento foi conduzido em ambiente controlado, utilizando delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 8×2 , com oito tratamentos e dois estádios larvais (1º e 3º ínstar), totalizando 480 unidades experimentais. Os inseticidas avaliados foram indoxacarbe, clorfenapir, lufenuron, metoxifenoazida, espinetoram, clorantraniliprole e metomil, além de um controle com água. A mortalidade foi avaliada por cinco dias após a aplicação. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados demonstraram elevada eficiência dos inseticidas, com mortalidade entre 90% e 100%, sem diferenças estatísticas entre os tratamentos. Observou-se maior suscetibilidade das lagartas no 1º ínstar em relação ao 3º ínstar. Conclui-se que os inseticidas avaliados são eficientes no controle da praga, sendo a aplicação em ínstaes iniciais e a rotação de modos de ação fundamentais para o manejo sustentável. Dessa forma, destaca-se que o monitoramento contínuo das áreas e a rápida detecção da infestação são essenciais para a tomada de decisão no momento adequado, potencializando a eficiência do controle e contribuindo para a otimização das estratégias de manejo.

Palavras-chave: manejo de pragas; controle químico; lagarta-do-cartucho; inseticidas; resistência.

ABSTRACT

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, is one of the main agricultural pests, causing significant damage to economically important crops. Chemical control remains the primary management strategy; however, its efficiency may vary depending on the mode of action of insecticides and the developmental stage of the larvae. The objective of this study was to evaluate the efficiency of insecticides with different modes of action in controlling *S. frugiperda* at different larval stages. The experiment was conducted under controlled conditions, using a completely randomized design in a factorial scheme (8×2), with eight treatments and two larval stages (1st and 3rd instars), totaling 480 experimental units. The insecticides evaluated were indoxacarb, chlorfenapyr, lufenuron, methoxyfenozide, spinetoram, chlorantraniliprole, and methomyl, in addition to a water control. Mortality was assessed for five days after application. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and means were compared using Tukey's test ($p \leq 0.05$). The results demonstrated high efficiency of the insecticides, with mortality ranging from 90% to 100%, with no statistical differences among treatments. Greater susceptibility was observed in 1st instar larvae compared to 3rd instar larvae. It is concluded that the evaluated insecticides are effective in controlling the pest, and that applications at early larval stages, along with the rotation of modes of action, are essential for sustainable management. Furthermore, continuous field monitoring and early detection of infestations are crucial for timely decision-making, enhancing control efficiency and optimizing pest management strategies.

Key words: pest management; chemical control; fall armyworm; insecticides; resistance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. Objetivo geral	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. METODOLOGIA	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO	18
6. REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de pragas agrícolas representa um dos principais fatores limitantes à produtividade das culturas, especialmente em sistemas de produção intensivos. Entre essas pragas, destaca-se a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), considerada uma das espécies mais importantes e destrutivas em diversas regiões agrícolas do mundo, em função de sua elevada capacidade de adaptação, ampla distribuição geográfica e elevada plasticidade ecológica (PAREDES-SÁNCHEZ et al., 2021; KENIS et al., 2022).

Originalmente restrita às regiões tropicais e subtropicais das Américas, *S. frugiperda* expandiu-se rapidamente nas últimas décadas, tornando-se uma praga invasora de grande importância econômica em diversos continentes. Essa expansão global está associada à sua alta capacidade migratória, elevada fecundidade e ampla gama de hospedeiros, incluindo culturas de grande relevância econômica, como milho, soja, algodão e arroz (KENIS et al., 2022; PAREDES-SÁNCHEZ et al., 2021).

As lagartas de *S. frugiperda* apresentam hábito alimentar voraz, consumindo folhas, cartuchos e estruturas reprodutivas, o que pode resultar em severa redução da área fotossintética e comprometimento do rendimento das culturas. Em condições favoráveis ao desenvolvimento da praga, as perdas podem ultrapassar 60% da produtividade, evidenciando sua elevada importância econômica (EMBRAPA, 2009). Além disso, essa espécie apresenta elevada capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. Fatores como temperatura influenciam diretamente o desenvolvimento, a sobrevivência e o crescimento populacional da praga, afetando a duração dos estádios larvais e a dinâmica populacional (DU PLESSIS et al., 2020).

O controle de *S. frugiperda* tem sido realizado predominantemente por meio do uso de inseticidas químicos, que ainda constituem a principal ferramenta de manejo, especialmente em sistemas onde o uso de tecnologias Bt é limitado ou apresenta redução de eficiência devido à variabilidade de suscetibilidade das populações. No entanto, o uso intensivo e, muitas vezes, indiscriminado desses produtos tem contribuído para a seleção de populações resistentes, reduzindo a

eficácia de diferentes grupos químicos (SILVA et al., 2025; VAN DEN BERG; DU PLESSIS, 2022).

Diversos estudos relatam a evolução da resistência de *S. frugiperda* a diferentes classes de inseticidas. A resistência a compostos como piretroides e carbamatos, incluindo o metomil, já foi documentada tanto em condições de laboratório quanto de campo (MORILLO; NOTZ, 2001). Além disso, estudos indicam que a resistência pode apresentar base genética complexa, envolvendo herança autossômica e múltiplos genes, o que dificulta seu manejo e favorece sua disseminação (DIEZ-RODRÍGUEZ; OMOTO, 2001).

No Brasil, pesquisas têm demonstrado a ocorrência de resistência a inseticidas modernos, como as diamidas, incluindo o clorantraniliprole, amplamente utilizado no controle de lepidópteros (BOLZAN et al., 2019). Estudos mais recentes também indicam resistência a outros grupos químicos, como os bloqueadores de canais de sódio, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e estratégias de manejo mais sustentáveis (KAISER, 2021; THIESEN, 2025).

Nesse contexto, a utilização de inseticidas com diferentes modos de ação constitui uma das principais estratégias para o manejo sustentável de *S. frugiperda*, reduzindo a pressão de seleção e contribuindo para a manutenção da eficácia dos produtos disponíveis. A rotação de ingredientes ativos tem sido amplamente recomendada como ferramenta essencial no manejo da resistência (GUTIÉRREZ-MORENO et al., 2019).

Além do modo de ação dos inseticidas, outro fator determinante para a eficiência do controle químico é o estágio de desenvolvimento das lagartas. Estudos demonstram que lagartas em instares iniciais apresentam maior suscetibilidade aos inseticidas, enquanto indivíduos em instares mais avançados apresentam maior tolerância, devido a fatores fisiológicos como maior capacidade de detoxificação e maior massa corporal (PAREDES-SÁNCHEZ et al., 2021).

Resultados experimentais indicam que a eficiência dos inseticidas pode variar significativamente em função do estágio larval, sendo frequentemente observada maior mortalidade em larvas jovens em comparação a estádios mais avançados (BAKRY et al., 2023). Esse comportamento reforça a importância do momento de aplicação no manejo da praga.

Além disso, inseticidas com diferentes modos de ação apresentam respostas distintas quanto à velocidade de controle. Compostos neurotóxicos tendem a promover mortalidade rápida, enquanto reguladores de crescimento atuam de forma mais lenta, interferindo no desenvolvimento larval e na síntese de quitina (IRAC, 2023; ALKHERB, 2026).

Diante disso, torna-se necessário avaliar e monitorar continuamente a eficiência de inseticidas com diferentes modos de ação no controle de *S. frugiperda*, considerando a influência dos diferentes ínstares larvais na resposta aos tratamentos, a fim de subsidiar o aprimoramento de estratégias de manejo integrado de pragas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência de inseticidas com diferentes modos de ação no controle de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em diferentes ínstares larvais, em condições de ambiente controlado.

2.2 Objetivos Específicos

- I. Avaliar a mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* submetidas à aplicação de diferentes inseticidas;
- II. Comparar a eficiência dos inseticidas aplicados em lagartas de 1º e 3º ínstar;
- III. Analisar a interação entre tratamentos e estádios larvais sobre a mortalidade da praga;
- IV. Identificar os inseticidas mais eficientes no controle de *Spodoptera frugiperda* nas condições experimentais avaliadas.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em condição semi-controlada, sendo a aplicação dos tratamentos realizada em ambiente de campo e, posteriormente, as unidades experimentais mantidas em laboratório. Após a aplicação, as lagartas permaneceram sob condições controladas de temperatura (25 ± 1 °C) e fotoperíodo de 12 horas, visando garantir condições adequadas para o desenvolvimento dos insetos e minimizar a interferência de fatores ambientais na resposta aos tratamentos. A umidade relativa do ar não foi controlada durante a condução do experimento.

As lagartas de *Spodoptera frugiperda* utilizadas no ensaio foram provenientes de criação laboratorial, mantidas sob condições padronizadas de alimentação e desenvolvimento. Para a instalação do experimento, os indivíduos foram selecionados de acordo com o estágio de desenvolvimento e transferidos individualmente para recipientes plásticos de 30 mL com tampa, contendo dieta artificial previamente preparada e fornecida pelo laboratório. O fornecimento da dieta teve como objetivo garantir a alimentação das lagartas durante o período experimental e evitar mortalidade por inanição, assegurando que a mortalidade observada estivesse associada exclusivamente à ação dos tratamentos avaliados.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 8×2 , composto por oito tratamentos e dois ínstares larvais de *Spodoptera frugiperda*. Os tratamentos corresponderam à aplicação dos inseticidas indoxacarbe, clorfenapir, lufenuron, metoxifenoazida, espinetoram, clorantraniliprole e metomil (Tabela 1), além de um controle negativo com aplicação de água.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento, concentrações das formulações, doses comerciais e doses calculadas para preparo de dois litros de calda.

Tratamento	Componente	Concentração	Dose Comercial (L/ha)	Dose Exp. (ml)*
T1	Indoxacarbe	150 g/L	0,7	17,5
T2	Clorfenapir	240 g/L	0,3	7,5
T3	Lufenuron	50 g/L	0,4	10
T4	Metoxifenoazida	240 g/L	0,6	15
T5	Espinetoram	120 g/L	0,12	3
T6	Clorantraniliprole	200 g/L	0,12	3
T7	Metomil	216 g/L	1,5	37,5
T8	Água	-	-	-

* **Nota:** As doses experimentais foram definidas com base em cálculos proporcionais à 2 litros (recipiente utilizado para preparo da calda).

Os estádios larvais avaliados foram 1º ínstar e 3º ínstar. As combinações entre tratamentos e estádios larvais avaliadas no delineamento experimental estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos inseticidas e combinações avaliadas quanto à eficácia sobre larvas de primeiro e terceiro ínstar de *S. frugiperda*.

Tratamento	Ingrediente ativo	Combinação experimental
T1	Indoxacarbe	T1.1 – 1º ínstar
		T1.2 – 3º ínstar
T2	Clorfenapir	T2.1 – 1º ínstar
		T2.2 – 3º ínstar
T3	Lufenuron	T3.1 – 1º ínstar

		T3.2 – 3º ínstar
T4	Metoxifenoza	T4.1 – 1º ínstar
		T4.2 – 3º ínstar
T5	Espinetoram	T5.1 – 1º ínstar
		T5.2 – 3º ínstar
T6	Clorantraniliprole	T6.1 – 1º ínstar
		T6.2 – 3º ínstar
T7	Metomil	T7.1 – 1º ínstar
		T7.2 – 3º ínstar
T8	Água (controle)	T8.1 – 1º ínstar
		T8.2 – 3º ínstar

Cada combinação tratamento × estágio larval contou com 30 repetições, sendo cada lagarta considerada uma unidade experimental, totalizando 480 unidades experimentais.

As doses utilizadas foram baseadas nas recomendações de bula dos respectivos produtos comerciais. As concentrações das formulações e as doses de aplicação adotadas no experimento estão apresentadas na Tabela 2. As caldas inseticidas foram preparadas individualmente para cada tratamento, utilizando água como diluente, respeitando as doses recomendadas por hectare. O preparo das caldas foi realizado imediatamente antes da aplicação, visando garantir a estabilidade dos produtos.

A aplicação dos tratamentos foi realizada com pulverizador de barra pressurizado por CO₂, equipado com pontas de pulverização do tipo TXA 11002, que proporcionam deposição uniforme da calda. O equipamento foi previamente

calibrado para operar com vazão de 80 L ha^{-1} , pressão de trabalho de 200 kPa e altura da barra de pulverização de 50 cm em relação à superfície de aplicação.

A aplicação dos tratamentos foi realizada diretamente sobre a superfície da dieta artificial presente nos recipientes, utilizando pulverizador de barra pressurizado por CO_2 . Após a deposição e secagem da calda inseticida, as lagartas foram introduzidas nos recipientes contendo a dieta tratada e permaneceram expostas aos produtos durante todo o período de avaliação.

A mortalidade das lagartas foi avaliada diariamente, desde o dia da aplicação até cinco dias após o tratamento. Os indivíduos foram considerados mortos quando apresentaram ausência total de movimento após estímulo mecânico realizado com auxílio de um pincel com cerdas finas.

Os dados obtidos foram organizados com base na mortalidade observada em cada unidade experimental, sendo considerada, para as análises, a mortalidade acumulada ao 5º dia após a aplicação. Posteriormente, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando os fatores tratamento, estágio larval e a interação entre esses fatores. Quando detectadas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio de softwares apropriados para experimentação agrícola.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* foi significativamente influenciada pelos tratamentos inseticidas e pelo estágio larval avaliado. A análise de variância indicou efeito significativo de tratamento ($F = 233,78$; $p < 0,0001$) e de estágio larval ($F = 4,05$; $p = 0,0448$), enquanto a interação tratamento $\times$ estágio não foi significativa ($F = 1,03$; $p = 0,4113$). O coeficiente de variação experimental foi de 18,19%.

Os inseticidas avaliados apresentaram elevada eficiência de controle, com mortalidade variando entre 90% e 100% nos dois estágios larvais avaliados (Tabela 3). No 1º ínstar, os tratamentos T2, T3, T4, T5, T6 e T7 promoveram mortalidade total (100%), enquanto T1 apresentou mortalidade de 96,7% (Tabela 3). No 3º ínstar, observou-se manutenção da mortalidade total para a maioria dos tratamentos, com exceção de T1 e T6, que apresentaram redução para 90%.

Tabela 3. Mortalidade (%) de *Spodoptera frugiperda* submetida a diferentes inseticidas em dois estágios larvais

Tratamento	Ingrediente ativo	1º ínstar (%)	3º ínstar (%)
T1	Indoxacarbe	96,67 a	90,00 a
T2	Clorfenapir	100,00 a	100,00 a
T3	Lufenuron	100,00 a	100,00 a
T4	Metoxifenoazida	100,00 a	100,00 a
T5	Espinetoram	100,00 a	100,00 a
T6	Clorantraniliprole	100,00 a	90,00 a
T7	Metomil	100,00 a	100,00 a
T8	Controle	13,33 b	6,67 b

O tratamento controle apresentou baixa mortalidade, com valores de 13,33% no 1º ínstar e 6,67% no 3º ínstar, diferindo estatisticamente de todos os tratamentos inseticidas (Tabela 3). Todos os inseticidas foram agrupados em um mesmo grupo estatístico, diferindo apenas do controle, indicando que, sob as condições experimentais, os produtos apresentaram desempenho semelhante quanto à mortalidade final.

Os resultados obtidos evidenciam a eficiência dos inseticidas avaliados no controle de *S. frugiperda*, corroborando estudos que demonstram alta suscetibilidade da espécie a diferentes grupos químicos, especialmente em condições controladas (PAREDES-SÁNCHEZ et al., 2021; BAKRY et al., 2023).

Apesar do efeito significativo de tratamento observado na análise de variância, o teste de Tukey não detectou diferenças entre os inseticidas, agrupando-os em um mesmo nível estatístico. Esse resultado pode ser explicado pelo fenômeno conhecido como efeito teto (ceiling effect), no qual os valores da variável resposta se aproximam do limite máximo (100% de mortalidade), reduzindo a variabilidade entre tratamentos e dificultando a detecção de diferenças estatísticas.

Do ponto de vista biológico, no entanto, diferenças relevantes entre os inseticidas devem ser consideradas, principalmente em relação ao modo de ação e à velocidade de controle. Inseticidas neurotóxicos, como metomil e espinetoram, apresentam ação rápida, sendo classificados como produtos de choque, atuando diretamente no sistema nervoso dos insetos e promovendo paralisação imediata, o que contribui para rápida interrupção dos danos (IRAC, 2023).

Por outro lado, inseticidas como lufenuron e metoxifenoazida atuam como reguladores de crescimento, interferindo no processo de muda e na síntese de quitina, resultando em mortalidade mais lenta e progressiva. Esses compostos também podem atuar sobre enzimas detoxificadoras e processos fisiológicos do inseto, ampliando seu impacto biológico (ALKHERB, 2026; PAREDES-SÁNCHEZ et al., 2021).

O clorantraniliprole, pertencente ao grupo das diamidas, atua sobre os receptores de rianodina, promovendo liberação descontrolada de cálcio nas células musculares, resultando em paralisia e cessação da alimentação (IRAC, 2023). Esse mecanismo confere elevada eficiência ao produto, embora no presente estudo tenha sido observada leve redução na mortalidade no 3º ínstar.

A redução na mortalidade observada para indoxacarbe e clorantraniliprole no 3º ínstar sugere maior tolerância de lagartas em estádios mais avançados. Esse comportamento está associado a fatores fisiológicos, como maior capacidade de detoxificação enzimática, maior massa corporal e menor ingestão relativa de alimento tratado, características típicas de lagartas mais desenvolvidas (DU PLESSIS et al., 2020; BAKRY et al., 2023).

Resultados semelhantes foram observados por Bakry et al. (2023), que verificaram maior suscetibilidade de larvas em estádios iniciais em comparação a estádios mais avançados, reforçando a influência do desenvolvimento larval na eficiência dos inseticidas.

O efeito significativo do estágio larval observado na análise de variância reforça essa interpretação, indicando que lagartas em estádios iniciais são mais suscetíveis aos inseticidas. Esse padrão é amplamente descrito na literatura e destaca a importância da aplicação precoce como estratégia fundamental no manejo de *S. frugiperda* (EMBRAPA, 2009; PAREDES-SÁNCHEZ et al., 2021).

Os baixos níveis de mortalidade observados no tratamento controle confirmam a adequação das condições experimentais, evidenciando que os efeitos observados nos tratamentos foram decorrentes exclusivamente da ação dos inseticidas.

Adicionalmente, a eficiência observada para inseticidas com diferentes modos de ação reforça a importância da rotação de ingredientes ativos como estratégia para o manejo da resistência. A utilização contínua de inseticidas com o mesmo mecanismo de ação pode favorecer a seleção de populações resistentes, como já relatado para *S.*

frugiperda em diferentes regiões (GUTIÉRREZ-MORENO et al., 2019; BOLZAN et al., 2019; VAN DEN BERG; DU PLESSIS, 2022).

Diante desses resultados, recomenda-se que o manejo de *S. frugiperda* no campo deve estar fundamentado em estratégias integradas, nas quais o monitoramento sistemático das lavouras deve estar entre as primeiras ações. A detecção precoce das populações, especialmente em estádios iniciais, possibilita intervenções mais assertivas e com maior probabilidade de sucesso, uma vez que lagartas jovens apresentam maior suscetibilidade aos inseticidas conforme observado anteriormente.

Nesse contexto, a tomada de decisão baseada em avaliações dos níveis de ação e no acompanhamento contínuo das populações permite não apenas otimizar a eficiência dos produtos, mas também reduzir aplicações desnecessárias. Além disso, sempre que possível, recomenda-se iniciar as intervenções com inseticidas mais seletivos ou de menor toxicidade, como reguladores de crescimento ou moléculas com menor impacto sobre organismos não alvo, contribuindo para a conservação de inimigos naturais e a manutenção da biodiversidade funcional no agroecossistema.

Essa abordagem, aliada à rotação de mecanismos de ação e ao uso racional de inseticidas, é fundamental para reduzir os problemas relacionados à resistência de insetos à inseticidas, prolongar a vida útil das tecnologias disponíveis e reduzir impactos ambientais e toxicológicos, consolidando práticas sustentáveis dentro do manejo integrado de pragas.

5. CONCLUSÃO

Os inseticidas avaliados apresentaram elevada eficiência no controle de *Spodoptera frugiperda*, promovendo altos níveis de mortalidade em ambos os estádios larvais. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, indicando desempenho equivalente nas condições experimentais.

O estágio larval influenciou a suscetibilidade da praga, sendo o 1º ínstar mais sensível aos inseticidas em comparação ao 3º ínstar, evidenciando a importância da realização do controle em estádios iniciais.

Dessa forma, conclui-se que os inseticidas avaliados são eficazes no manejo de *S. frugiperda*, sendo a aplicação precoce e a rotação de modos de ação fundamentais para a eficiência e sustentabilidade do controle.

6. REFERÊNCIAS

- ALKHERB, W. A. H. **Toxicity and lethal effects of selected insect growth regulators (IGRs) on *Spodoptera frugiperda***. Journal of Entomological Science, v. 61, n. 2, p. 302–318, 2026.
- BAKRY, M. S. et al. **Insecticidal efficiency of some pesticides against *Spodoptera frugiperda* under laboratory conditions**. Andalusian International Journal of Entomology, v. 1, n. 1, p. 16–22, 2023.
- BOLZAN, A. et al. **Selection and characterization of resistance to diamide insecticides in *Spodoptera frugiperda***. Journal of Applied Entomology, v. 143, n. 6, p. 614–623, 2019.
- DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; OMOTO, C. **Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina**. Neotropical Entomology, v. 30, n. 2, p. 311–316, 2001.
- DU PLESSIS, H.; SCHLEMMER, M.-L.; VAN DEN BERG, J. **The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda***. Insects, v. 11, n. 4, p. 228, 2020.
- EMBRAPA. **A lagarta-do-cartucho do milho**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.
- GUTIÉRREZ-MORENO, R. et al. **Field-evolved resistance of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) to synthetic insecticides in Puerto Rico and Florida**. Journal of Insect Science, v. 19, n. 5, p. 13, 2019.
- IRAC – INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. **Mode of Action Classification Scheme**. 2023. Disponível em: <<https://irac-online.org/mode-of-action/>>. Acesso em: 1 mar. 2026.
- KAISER, I. S. **Resistência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas bloqueadores de canais de sódio**.

Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021.

KENIS, M. et al. **Invasiveness, biology, ecology, and management of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda***. Entomologia Generalis, 2022.

MORILLO, F.; NOTZ, A. **Resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a lambdacihalotrina y metomil**. Entomotropica, v. 16, n. 2, p. 79–87, 2001.

PAREDES-SÁNCHEZ, F. A. et al. **Advances in control strategies against *Spodoptera frugiperda*: a review**. Molecules, v. 26, n. 18, p. 5587, 2021.

SILVA, A. F. T. et al. **Susceptibility of *Spodoptera frugiperda* populations to transgenic maize cultivars**. Precision Agronomy, 2025.

THIESEN, L. V. **Caracterização da resistência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a cyantraniliprole**. 117 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2025.

VAN DEN BERG, J.; DU PLESSIS, H. **Chemical control and insecticide resistance in *Spodoptera frugiperda***. Journal of Insect Science, v. 22, n. 5, 2022.