

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

ARTHUR AUGUSTO KAMIMURA SILVA

**EFICÁCIA DO USO DE DIFERENTES MODOS DE AÇÃO DE INSETICIDAS
PARA CONTROLE DE LAGARTAS NA CULTURA DO MILHO**

**Uberlândia – MG
Setembro – 2025**

EFICÁCIA DO USO DE DIFERENTES MODOS DE AÇÃO DE INSETICIDAS PARA CONTROLE DE LAGARTAS NA CULTURA DO MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Césio Humberto
de Brito.

EFICÁCIA DO USO DE DIFERENTES MODOS DE AÇÃO DE INSETICIDAS PARA CONTROLE DE LAGARTAS NA CULTURA DO MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Césio Humberto de
Brito

Aprovado pela banca examinadora em 10 de setembro de 2025.

Prof. Dr. Césio Humberto de Brito
Orientador

Eng. Agr. Guilherme Henrique Sales
Membro da banca

Eng. Agr. Jullya Borges Felizardo
Membro da banca

**Uberlândia – MG
Setembro – 2025**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e cada dia vivido, a cada oportunidade que tive durante meu período de graduação.

Aos meus pais, Rejane Aparecida Kamimura e Paulo de Tarso Silva, por todo o incentivo, confiança e apoio nos momentos mais decisivos de minha vida.

Aos meus avós, Choiti Maedi Kamimura (*in memoriam*) e Osvaldo Silva (*in memoriam*), deixo meus singelos agradecimentos por todos seus cuidados e serem minhas referências de vida.

Ao Grupo Técnico de Milho e Soja (GTMS), professor Césio Humberto de Brito e colegas de turma, agradeço por todos ensinamentos e companheirismo durante esses anos de graduação.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, devido à sua ampla adaptação às diferentes condições climáticas do país e sua relevância como fonte de nutrição para humanos e animais. Sua versatilidade permite o cultivo em diversas épocas do ano, o que, por outro lado, favorece a ocorrência de pragas e patógenos, principais responsáveis pela redução da produtividade. Entre as pragas de maior importância econômica, destacam-se as lagartas *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae), que causam danos diretos à área fotossintética da planta e reduzem significativamente o rendimento de grãos. Para mitigar os prejuízos causados por esses insetos, é fundamental a adoção de estratégias de manejo integrado, com ênfase na utilização de inseticidas com diferentes modos de ação, tanto químicos quanto biológicos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes inseticidas químicos e biológico no manejo de lagartas na cultura do milho. O experimento foi conduzido em Uberlândia/MG, na primeira safra do ano agrícola 2024/2025, em delineamento em blocos casualizados (DBC), com oito tratamentos e oito repetições. Foi utilizado o híbrido comercial Supremo Viptera 3. A testemunha não recebeu aplicações de inseticidas, enquanto os demais tratamentos consistiram em diferentes combinações de produtos químicos e biológico. Foram avaliadas as variáveis estande final, altura de planta, altura de inserção da espiga e produtividade de grãos. As análises estatísticas foram realizadas com o software SISVAR. Foram feitas análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados demonstraram que os tratamentos com diferentes modos de ação de inseticidas foram eficazes no controle de insetos mastigadores, favorecendo a manutenção do potencial produtivo do milho. A combinação de inseticidas químicos e biológico apresentou resultados promissores, ainda que sem diferenças estatísticas significativas em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos à base de indoxacarbe e da combinação clorantraniliprole + clorfenapir se destacaram em produtividade. No entanto, considerando a complexidade do manejo de pragas e o risco de resistência, novos estudos são recomendados para o aprimoramento de estratégias integradas de controle

Palavras-chave: *Zea mays* L.; inseticidas químicos; lagartas; manejo integrado de pragas (MIP)

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is one of the main agricultural crops in Brazil, due to its wide adaptability to the country's diverse climatic conditions and its relevance as a source of nutrition for both humans and animals. Its versatility allows cultivation in various seasons throughout the year, which, in turn, favors the occurrence of pests and pathogens, major factors responsible for yield reduction. Among the pests of greatest economic importance are the caterpillars *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera*, and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae), which cause direct damage to the photosynthetically active area of the plant and significantly reduce grain yield. To mitigate the losses caused by these insects, it is essential to adopt integrated pest management (IPM) strategies, with emphasis on the use of insecticides with different modes of action, both chemical and biological. This study aimed to evaluate the efficacy of different chemical and biological insecticides in managing caterpillars in corn crops. The experiment was conducted in Uberlândia, Minas Gerais (MG), during the first growing season of the 2024/2025 agricultural year, using a randomized block design (RBD) with eight treatments and eight replications. The commercial hybrid Supremo Viptera 3 was used. The control treatment received no insecticide applications, while the other treatments involved different combinations of chemical and biological products. The evaluated variables were final stand, plant height, ear insertion height, and grain yield. Statistical analyses were performed using the SISVAR software. Analysis of variance and Tukey's test at a 5% significance level were applied. The results showed that treatments with different insecticide modes of action were effective in controlling chewing insects, contributing to the maintenance of the crop's productive potential. The combination of chemical and biological insecticides showed promising results, although without statistically significant differences compared to the other chemical treatments. Treatments based on indoxacarb and the combination of chlorantraniliprole + chlorfenapyr stood out in terms of yield. However, considering the complexity of pest management and the risk of resistance development, further studies are recommended to enhance integrated pest control strategies.

Keywords: *Zea mays* L.; chemical insecticides; caterpillars; integrated pest management (IPM)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. Cultura do milho	9
2.2. <i>Spodoptera frugiperda</i> na cultura do milho	9
2.3. Gênero <i>Helicoverpa</i> spp. na cultura do milho	10
2.4. Estratégias de manejo de lagartas da cultura do milho	11
2.4.1. Manejo Integrado de Pragas	11
2.4.2. Controle Químico	12
2.4.3. Controle Biológico	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. Estande Final de Plantas	16
4.2. Altura de Planta e Altura de Inserção de Espiga	17
4.3. Produtividade	18
4. CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS	21

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae e se destaca como um dos principais cereais cultivados mundialmente, principalmente em função de sua alta adaptabilidade decorrente da diversidade de genótipos disponíveis (Barros; Calado, 2014). Além de sua relevância agrícola, essa cultura apresenta ampla utilização industrial, sendo fundamental na nutrição animal, por compor a base da fabricação de rações empregadas na produção de ovos, leite e carne, e também como matéria-prima para a produção de etanol (Miranda *et al.*, 2019).

No cenário brasileiro, a relevância do milho é evidente nos índices de produção. De acordo com o décimo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) para a safra 2024/2025, a produção alcançou 131,9 milhões de toneladas, um aumento de 14,3% em relação à safra anterior. Esse crescimento resultou do cultivo em 21,5 milhões de hectares, 2,4% a mais que no ciclo passado, com produtividade média de 6.122 kg.ha⁻¹, favorecida principalmente pelas condições climáticas (Conab, 2025).

Paralelamente, as inovações tecnológicas têm desempenhado papel central na evolução da cultura. No Brasil, práticas como a adoção do sistema de plantio direto, o aumento das áreas irrigadas e a possibilidade de cultivo tanto na safra de verão quanto na segunda época, conhecida como “safrinha”, contribuíram para que os atuais e elevados níveis de produtividade fossem alcançados. Contudo, a ausência de rotação de culturas e a realização de cultivos sucessivos têm permitido a sobrevivência e proliferação de patógenos e pragas (Cunha, 2020).

Dessa forma, a cultura do milho está sujeita a intensa pressão de agentes bióticos prejudiciais, com destaque para a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), amplamente reconhecida por ocasionar danos significativos durante todo o ciclo da cultura (Rosa, 2011), e a *Helicoverpa zea*, popularmente conhecida como lagarta-da-espiga, considerada praga-chave por causar ataques diretos às espigas e aos grãos, comprometendo tanto a qualidade quanto o rendimento da produção (Santos, 2016).

Para mitigar esses impactos, Kogan e Bajwa (1999) ressaltam a importância do Manejo Integrado de Pragas (MIP), estratégia que busca a integração de diferentes táticas de controle, aplicadas isoladamente ou em conjunto, de forma harmoniosa. O MIP considera não apenas a eficiência de controle, mas também a relação custo-benefício e a sustentabilidade do sistema produtivo.

Desse modo, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia de diferentes inseticidas químicos e biológico no manejo de lagartas na cultura do milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do milho

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea de metabolismo C4, pertencente à ordem Gramineae, família Poaceae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. Seu ancestral é o teosinto (*Zea mays* spp. *mexicana* (Schrader)), originário da América Central, onde o milho vem sendo cultivado há mais de 8.000 anos (Barros; Calado, 2014).

O desenvolvimento dessa planta ocorre em condições de temperatura entre 25 e 35 °C, sendo sua temperatura basal de 8 a 10 °C, abaixo da qual o crescimento é interrompido. Trata-se de uma espécie termossensível, cuja fenologia é regulada pela soma térmica em graus-dia, ou seja, pela quantidade de energia acumulada ao longo do tempo necessária para completar o ciclo biológico (Bergamaschi, 2014).

No contexto mundial, o milho é amplamente utilizado na criação de aves, suínos e bovinos (Cruz, 2008). Além disso, é base importante tanto para a alimentação animal quanto humana, em razão de sua composição nutricional rica em aminoácidos, embora apresente deficiência de lisina e triptofano (Barros; Calado, 2014).

Segundo Fancelli (2017), o milho se destaca como um dos alimentos mais eficientes para o cultivo devido ao seu elevado potencial produtivo e à possibilidade de ser cultivado em diferentes regiões e épocas de semeadura no Brasil. No entanto, essa ampla adaptabilidade expõe a cultura à incidência de diversas pragas e doenças desde a semeadura até a colheita, o que compromete seu desenvolvimento e o rendimento de grãos. Entre os insetos-praga, destacam-se as lagartas dos gêneros *Spodoptera* e *Helicoverpa*, que assumem maior importância por sua capacidade de causar danos severos às plantas e reduzir significativamente a produtividade (Timbó *et al.*, 2023).

2.2. *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho

A *Spodoptera frugiperda*, conhecida popularmente como lagarta-do-cartucho ou lagarta-militar, é um lepidóptero de grande importância econômica na cultura do milho devido à sua capacidade de atacar tanto estruturas vegetativas quanto reprodutivas da planta. Diferentemente de outras espécies do complexo, apresenta hábito canibal, em que as lagartas neonatas tendem a dispersar-se logo após a eclosão (Teodoro *et al.*, 2015).

Os adultos possuem cerca de 4 cm de envergadura e exibem dimorfismo sexual. As

fêmeas apresentam asas anteriores de coloração cinza-amarronzada, enquanto os machos são mais escuros e possuem pontos brancos no centro das asas. Já as asas posteriores são brancas em ambos os sexos. Uma única fêmea pode ovipositar até 1.400 ovos, dispostos em massas recobertas por escamas (Queiróz; Bellizzi, 2018).

As lagartas apresentam características que permitem diferenciá-las de outras espécies do complexo, como a presença de uma marca em formato de “Y” invertido na cabeça e quatro pontos pretos dispostos em quadrado no dorso do corpo. Sua coloração varia do verde ao marrom-escuro. Ao longo do desenvolvimento, passam por cinco ínstaes antes de entrarem na fase de pupa, originando posteriormente o adulto. Todo o ciclo dura, em média, 30 dias, caracterizando-se como um inseto holometábolo (Sosa-Gómez, 2010).

Os danos causados são diversos e variam conforme a fase de desenvolvimento da planta. No estágio inicial, as lagartas podem perfurar o meristema apical, ocasionando o sintoma conhecido como “coração morto”. Durante a fase vegetativa, alojam-se no cartucho, alimentando-se das folhas e reduzindo a área fotossintética. Já no período reprodutivo, atacam pendões, espigas e grãos, provocando injúrias que favorecem a entrada de fungos associados às podridões de espiga (Nais *et al.*, 2013).

Diante da elevada capacidade de causar perdas, que podem chegar a 60% da produção (Bialozor *et al.*, 2020), o uso de estratégias de Manejo Integrado de Pragas (MIP) é fundamental para a redução das populações de lagartas e para o controle eficiente dessa praga na cultura do milho (Kogan; Bajwa, 1999).

2.3. Gênero *Helicoverpa* spp. na cultura do milho

Outro gênero de lepidópteros de grande relevância na cultura do milho é *Helicoverpa* spp., com destaque para *Helicoverpa armigera* e *Helicoverpa zea*, pertencentes à família Noctuidae, que apresentam hábito polífago e elevado potencial de voo e dispersão. Essas espécies estão amplamente distribuídas em regiões subtropicais e tropicais, ocorrendo na Ásia, Europa, América e Oceania, tendo sido em 2013 o primeiro relato de *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil (Teodoro *et al.*, 2015).

As lagartas recém-eclodidas possuem cabeça marrom e duas a três listras longitudinais no corpo (Cruz *et al.*, 2008). Já na fase adulta, as mariposas apresentam cerca de 40 mm de envergadura, asas anteriores amareladas, com uma faixa castanha próxima à região medial e as fêmeas capazes de depositar cerca de 15 ovos por espiga, podendo alcançar até 1.000 ovos ao longo do ciclo, sendo as duas espécies morfologicamente semelhantes. As lagartas também são

de difícil diferenciação, pois ambas apresentam grande variação de coloração, indo do verde ao amarelo e róseo. No entanto, para a *H. armigera* o último ínstar pode atingir até 40 mm de comprimento, e uma característica distintiva é a presença de um espinho na base da chalaza (Teodoro *et al.*, 2015).

Os danos provocados por *Helicoverpa* spp. são severos, atingindo tanto as partes vegetativas quanto as estruturas reprodutivas, com lesões semelhantes às causadas por *Spodoptera frugiperda* (Sosa-Gómez, 2014).

2.4. Estratégias de manejo de lagartas da cultura do milho

2.4.1. Manejo Integrado de Pragas

Como estratégia de manejo para as lagartas de *Helicoverpa* spp. e *Spodoptera frugiperda*, destaca-se o sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Entre os principais pontos fortes do MIP estão a diagnose correta do alvo e o embasamento para a tomada de decisão quanto aos métodos de controle mais adequados, sejam eles químicos, biológicos ou fisiológicos. Essas decisões estão diretamente relacionadas à realização de amostragens, que permitem determinar o nível de controle (Picanço *et al.*, 2010).

Para avaliar os danos causados pela lagarta-do-cartucho, a amostragem deve ser conduzida de forma representativa, considerando variáveis como híbridos de milho, época de semeadura, tipo de solo e topografia. O caminhamento na área pode ser realizado por diferentes métodos, como em pontos, em zigue-zague ou em formatos de “C”, “U” ou “X”, de modo a cobrir uniformemente o talhão (Picanço *et al.*, 2010).

Com o objetivo de estabelecer um nível de controle para *S. frugiperda*, Davis e Williams (1994) desenvolveram uma escala visual baseada nos danos provocados pela lagarta-do-cartucho em milho transgênico. Essa escala, criada para contribuir com a preservação da biotecnologia inseticida, atribui notas de 0 a 9 aos diferentes tipos de danos observados (Tabela 1).

Tabela 1 – Escala visual para *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho (Davis e Williams, 1989). Adaptado de Zancanaro, 2012.

Nota ¹	Descrição	Tamanho de lesões (cm)
0	Ausência de lesões	-
1	Planta com raspagens	< 1,5
2	Planta com 1 a 3 lesões circulares pequenas	< 1,5

3	Planta com até 3 lesões circulares pequenas; até 3 lesões alongadas	< 1,5
4	Planta com até 5 lesões circulares pequenas; até 3 lesões alongadas	< 1,5; < 3
5	Planta com até 3 lesões grandes; até 5 lesões alongadas ou furos em 1 a 2 folhas	> 3,0; até 1,5
6	Planta com até 3 lesões grandes; até 3 furos grandes em 2 ou mais folhas	> 3,0; > 1,5
7	Planta com até 5 lesões grandes; até 3 furos grandes em 2 ou mais folhas	> 3,5; > 1,5
8	Planta com cartucho destruído; furos grandes em mais de diversas folhas	> 5,0
9	Planta com folhas severamente destruídas	> 5,0

¹Notas de 0 a 9 indicam a severidade de dano de lagartas na cultura do milho.

Para estabelecer o nível de controle da população de lagartas, as avaliações devem resultar em notas que não ultrapassem 2. Quando 20% das plantas amostradas atingem a nota 3, recomenda-se a adoção de medidas de controle, químicas ou biológicas, visando proteger o potencial produtivo e a tecnologia transgênica do híbrido de milho (Teodoro *et al.*, 2015).

2.4.2. Controle Químico

Para o controle químico de lagartas, podem ser empregados inseticidas com diferentes modos de ação, como organofosforados, piretroides e diamidas (Garavazi *et al.*, 2021). Outro exemplo é o clorfenapir, análogo do pirazol, que possui ação translaminar e atua por contato e ingestão. Seu mecanismo de ação ocorre no processo respiratório, tendo como alvo as mitocôndrias, onde interrompe o gradiente de prótons e funciona como um desacoplador da fosforilação oxidativa (Louzada, 1998).

O espinetoram (espinosinas) atua sobre receptores nicotínicos da acetilcolina e do ácido gama-aminobutírico (GABA) na pós-sinapse, comprometendo a transmissão do impulso nervoso. Já o clorantraniliprole (diamida) age sobre os receptores de rianodina, promovendo a liberação descontrolada de íons cálcio do retículo sarcoplasmático para as células musculares, o que resulta em paralisia e morte do inseto (Castilhos *et al.*, 2019).

No grupo dos carbamatos, cujo modo de ação é semelhante ao dos organofosforados, destaca-se o tiodicarbe. Esse inseticida inibe a enzima acetilcolinesterase, responsável por degradar a acetilcolina. O acúmulo desse neurotransmissor nos sítios de ação leva à hiperexcitação, exaustão e, posteriormente, à morte do inseto (Barros, 2006). As oxadiazinas

atuam bloqueando os canais de sódio nos neurônios dos insetos, sendo o indoxacarbe o principal representante, reconhecido por sua boa eficiência no controle de lagartas (Stefanelli, 2019).

Entre os inseticidas fisiológicos, destaca-se o lufenuron, pertencente ao grupo dos inibidores da biossíntese de quitina. Esse produto apresenta maior seletividade em relação aos inimigos naturais, constituindo uma ferramenta importante no manejo integrado de pragas (Schmoldt *et al.*, 2001; Melo, 2007).

2.4.3. Controle Biológico

O uso de bactérias no controle de lepidópteros mostra-se uma alternativa promissora, especialmente as do gênero *Bacillus*. Entre elas, destaca-se *Bacillus thuringiensis*, bactéria Gram-positiva, aeróbica, em forma de bastonete, capaz de produzir fatores de virulência que inibem a ação de lagartas como *Spodoptera frugiperda* (Valicente, 2009).

De acordo com Fontes (2020), esses fatores de virulência incluem δ -endotoxinas, α -exotoxinas, β -exotoxinas, hemolisinas, enterotoxinas, quitinases e fosfolipases, além da produção de toxinas específicas, como Cry, Cyt e Vip, conhecidas como protoxinas Bt. Essas toxinas apresentam sítios de ligação seletivos no organismo do inseto-alvo e são consideradas seguras para seres humanos e para o meio ambiente.

O modo de ação das protoxinas Cry ocorre em etapas: após serem ingeridas, elas são solubilizadas no intestino médio das lagartas e clivadas por proteases, como a tripsina, resultando em toxinas monoméricas que se ligam a proteínas da família das caderinas, responsáveis pelo contato celular. Esse processo desencadeia uma cascata de sinalização que culmina na morte celular (Fontes; Inglis, 2020).

Durante seu crescimento, algumas estirpes de *B. thuringiensis* secretam proteínas inseticidas denominadas Vip (Vip1, Vip2, Vip3 e Vip4). Entre elas, as proteínas Vip3 se destacam por sua atividade contra diversas espécies de lepidópteros. A toxina Vip3A, ao ser ingerida, liga-se às células epiteliais do intestino médio do inseto, provocando lise celular, paralisia intestinal e, conseqüentemente, a morte da lagarta (Palma, 2012; Fontes, 2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na primeira safra do ano agrícola de 2024/2025, no município de Uberlândia/MG, na fazenda Novo Horizonte (18°55'08'' S, 48°03'45'' O) com altitude média de 850m, e segundo Santos (2018) o solo é classificado como Latossolo Vermelho.

Segundo Alvares *et al.* (2014), utilizando como referência a classificação de Köppen-Geiger (1928) para o Brasil, o clima da região da área experimental é do tipo Aw, apresentando temperaturas médias de 21,5 °C e precipitação anual média de 1.479 mm.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), composto por oito tratamentos e oito repetições por tratamento, sendo utilizado o híbrido comercial Supremo Viptera3. Os tratamentos foram compostos por inseticidas químicos e um inseticida microbiológico, sendo eles: Exalt® (espinetoram), Pirate® (clorfenapir), Avatar® (indoxacarbe), Abaday® (lufenuron + tiodicarbe), Xentari® (*Bacillus thurigiensis* subespécie *aizawai*, cepa ABTS-1857), Premio® (clorantaniliprole) e um produto com registro especial temporário (RET) à base de clorfenapir e clorantaniliprole.

Para isolar o efeito de insetos sugadores, houve aplicações de inseticidas com ingredientes ativos para controle que não interferissem nos insetos mastigadores e as aplicações foram feitas nos estádios fenológicos V₂, V₄, V₆, V₈ e V_T. Na testemunha não houve aplicação de inseticidas para mastigadores. As épocas de aplicação variaram de acordo com o estágio fenológico do híbrido (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição dos tratamentos, doses de ingrediente ativo e épocas de aplicação. Uberlândia – MG, 2024/2025.

Tratamentos	Composição dos tratamentos	Dose de ingrediente ativo (g i.a. ha ⁻¹) ⁸	Épocas de aplicação ⁹
T1	--	--	--
T2	Espinetoram ¹	18	V ₅ –7 DAA1 ¹⁰
T3	Clorfenapir ²	240	V ₅ – 7 DAA1
T4	Indoxacarbe ³	60	V ₅ – 7 DAA1
T5	Tiodicarbe ⁴ + Lufenuron ⁵	20 + 120	V ₅ – 7 DAA1
T6	Tiodicarbe + Lufenuron + <i>Bacillus thurigiensis</i> ⁶	20 + 120 + 270	V ₅ – 7 DAA1
T7	Clorantaniliprole ⁷	20	V ₅ – 7 DAA1

(continua)

Tabela 2 – Composição dos tratamentos, doses de ingrediente ativo e épocas de aplicação. Uberlândia – MG, 2024/2025.

(conclusão)			
T8	Clorantraniliprole + Clorfenapir	18 + 20	V ₅ – 7 DAA1
¹ Espinosina; ² Análogo de pirazol; ³ Oxadiazina; ⁴ Metilcarbamato; ⁵ Benzoiluréia de oxima; ⁶ Inseticida microbiológico; ⁷ Diamida antranílica; ⁸ g.i.a ha ⁻¹ : grama de ingrediente ativo por hectare; ⁹ Épocas de aplicação: V ₅ : estágio vegetativo com cinco folhas completamente expandidas; ¹⁰ 7 DAA1: 7 Dias após a primeira aplicação.			

As parcelas deste ensaio foram constituídas por seis linhas de 5,2 metros de comprimento, e espaçamento entre linhas de 0,5 m, totalizando uma área útil de 15,6 m². A densidade de semeadura foi de, aproximadamente, 3,75 plantas por metro e com planejamento para uma população inicial desejada de 75.000 plantas.ha⁻¹.

A semeadura foi realizada de forma mecanizada, no dia 9 de dezembro de 2024 e na mesma operação, foi feita a adubação em sulco de semeadura na dose de 400 kg.ha⁻¹ do fertilizante NPK, na formulação 08-28-16. Posteriormente, nos estádios V₄ e V₆, foi realizada adubação de cobertura utilizando o adubo NPK de formulação 30-00-15, na dose de 300 kg.ha⁻¹. Os demais tratos culturais foram realizados de forma a expressar o potencial produtivo do híbrido utilizado. As pulverizações foram feitas utilizando um pulverizador costal à combustão, regulado para aplicar 120 litros por hectare.

Para avaliar o efeito dos tratamentos submetidos às aplicações, foram realizadas as avaliações de altura de planta, altura de inserção de espiga, estande final e produtividade de grãos.

As avaliações de altura de planta e altura de inserção de espiga foram realizadas próximo à maturidade fisiológica com o auxílio de miras topográficas. Para a primeira característica foi padronizado como limite superior da planta a primeira ramificação do pendão. Já para a segunda, padronizou-se como ápice a inserção da espiga principal no colmo. Para a mensuração de ambos os atributos, foram medidas três plantas de cada uma das quatro linhas centrais da parcela, iniciando a medição a partir da terceira planta, resultando em doze plantas por parcela. Para a obtenção do estande final, no estágio R₆ (maturidade fisiológica), contou-se o número de plantas por parcela. O número obtido foi convertido para plantas por hectare.

A colheita foi realizada de forma mecanizada no dia 8 de maio de 2025, utilizando-se uma colhedora de parcelas. A produtividade foi obtida por meio do peso dos grãos das parcelas, posteriormente, transformado para kg.ha⁻¹ e a umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 0,05 de significância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância, com auxílio do programa de análises estatísticas SISVAR (Ferreira, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste experimento, as condições ambientais e edafoclimáticas favoreceram o desenvolvimento da cultura, assim como os tratos culturais empregados contribuíram para a expressão do potencial produtivo das plantas ao longo de todo o ciclo. Além disso, embora tenha ocorrido favorecimento ao desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, as aplicações de inseticidas para o manejo de insetos sugadores, como a cigarrinha-do-milho e os pulgões, foram eficazes. Isso é relevante, pois a transmissão de vírus e mollicutes por esses insetos poderia afetar características como altura de planta e inserção de espiga.

4.1. Estande Final de Plantas

Em relação ao estande final (Tabela 3), não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. De acordo com Sangoi *et al.* (2016) e Henrichsen *et al.* (2021), fatores como a profundidade de semeadura, o vigor e o poder germinativo das sementes, além da possível fitotoxidez de herbicidas, podem comprometer a uniformidade do estande, ocasionando falhas e favorecendo o desenvolvimento de plantas dominadas, o que resulta em prejuízos ao rendimento de grãos e à produtividade do milho.

Tabela 3 – Estande final, em plantas por hectare, do híbrido, submetido a aplicações de inseticidas químicos e microbiológico. Uberlândia – MG, safra verão 2024-2025.

Tratamentos ¹	Estande Final (plantas.ha ⁻¹)
T1	71.394 a ²
T2	74.759 a
T3	73.557 a
T4	74.519 a
T5	72.836 a
T6	74.519 a
T7	73.076 a
T8	74.759 a
C.V. (%)	2,29

¹T1: Testemunha; T2: Exalt[®] V₅ - 7 DAA1; T3: Pirate[®] V₅ - 7 DAA1; T4: Avatar[®] V₅ - 7 DAA1; T5: Abaday[®] V₅ - 7 DAA1; T6: Abaday[®] + Xentari[®] V₅ - 7 DAA1; T7: Premio[®] V₅ - 7 DAA1; T8: produto RET (clorantaniliprole + clorfenapir) V₅ - 7 DAA1. ²Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

4.2. Altura de Planta e Altura de Inserção de Espiga

Para as variáveis altura de planta e altura de inserção de espiga (Tabela 4), não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, indicando ausência de interferência significativa de fatores bióticos ou abióticos. Segundo Santos *et al.* (2002), há correlação entre a altura da planta, a altura de inserção da espiga e a produtividade do milho, sendo que doenças podem afetar essas variáveis.

Toffanelli e Bedendo (2001) observaram reduções nas alturas de planta e de inserção de espiga em milho inoculado com mollicutes (*Spiroplasma kunkelii* e *Maize Bushy Stunt Phytoplasma*), resultando em menor porte e comprometimento do rendimento e da qualidade dos grãos. Isso ocorre porque os mollicutes colonizam os feixes do floema, prejudicando o transporte de fotoassimilados (Sabato, 2019). Siqueira (2009) também destacou a influência de fertilizantes orgânicos, enquanto Demétrio *et al.* (2008) apontaram que a densidade populacional do milho pode impactar diretamente essa variável.

Tabela 4 – Altura de planta e altura de inserção de espiga, em centímetros, do híbrido, submetido a aplicações de inseticidas químicos e microbiológico. Uberlândia – MG, safra verão 2024/2025.

Tratamentos ¹	Altura de planta (cm)	Altura de inserção de espiga (cm)
T1	261 a ²	147 a
T2	266 a	147 a
T3	265 a	150 a
T4	269 a	153 a
T5	262 a	147 a
T6	257 a	145 a
T7	265 a	147 a
T8	265 a	149 a
C.V. (%)	2,16	3,21

¹T1: Testemunha; T2: Exalt® V₅ – 7 DAA1; T3: Pirate® V₅ – 7 DAA1; T4: Avatar® V₅ – 7 DAA1; T5: Abaday® V₅ – 7 DAA1; T6: Abaday® + Xentari® V₅ – 7 DAA1; T7: Premio® V₅ – 7 DAA1; T8: produto RET (clorantaniliprole + clorfenapir) V₅ – 7 DAA1. ²Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

4.3. Produtividade

Em relação à produtividade de grãos (Tabela 5), o tratamento T1 (testemunha), que não recebeu aplicações de inseticidas para o controle de insetos mastigadores, apresentou a menor média, com 6.412 kg.ha⁻¹. No entanto, não diferiu estatisticamente dos tratamentos T2 (Exalt[®] V₅ – 7 DAA1), T3 (Pirate[®] V₅ – 7 DAA1), T5 (Abaday[®] V₅ – 7 DAA1), T6 (Abaday[®] + Xentari[®] V₅ – 7 DAA1) e T7 (Prêmio[®] V₅ – 7 DAA1), apresentando apenas diferenças em valores absolutos, com aumentos de 9,2, 13,1, 9,1, 10,4 e 9,9 sacas.ha⁻¹, respectivamente, em comparação à testemunha.

Já os tratamentos T4 (Avatar[®] V₅ – 7 DAA1) e T8 (produto RET – clorantianiliprole + clorfenapir V₅ – 7 DAA1) apresentaram diferença estatística significativa em relação à testemunha, mas não diferiram entre si nem dos demais tratamentos. Em valores absolutos, foram os que apresentaram os maiores incrementos de produtividade, com acréscimos de 19,1 e 18,5 sacas.ha⁻¹, respectivamente, em comparação ao T1.

Tabela 5 – Produtividade de grãos, em quilogramas por hectare, do híbrido, submetido a aplicações de inseticidas químicos e microbiológico. Uberlândia – MG, safra verão 2024/2025.

Tratamentos ¹	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	Diferença em relação à testemunha (sc.ha ⁻¹)
T1	6.412,0 b ²	-
T2	6.966,3 ab	+ 9,2
T3	7.201,3 ab	+ 13,1
T4	7.559,7 a	+ 19,1
T5	6.958,1 ab	+ 9,1
T6	7.034,6 ab	+ 10,4
T7	7.005,8 ab	+ 9,9
T8	7.524, 9 a	+ 18,5
C.V. (%)	10,16	-

¹T1: Testemunha; T2: Exalt[®] V₅ – 7 DAA1; T3: Pirate[®] V₅ – 7 DAA1; T4: Avatar[®] V₅ – 7 DAA1; T5: Abaday[®] V₅ – 7 DAA1; T6: Abaday[®] + Xentari[®] V₅ – 7 DAA1; T7: Premio[®] V₅ – 7 DAA1; T8: produto RET (clorantianiliprole + clorfenapir) V₅ – 7 DAA1. ²Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Uma das principais preocupações relacionadas à *Spodoptera frugiperda* é seu elevado potencial de dano à cultura do milho e a crescente resistência genética aos híbridos transgênicos, especialmente às proteínas inseticidas Cry e Vip (Cry1FA, Cry1A.105, Cry2Ab2 e Cry1Ab).

Diante desse cenário, torna-se evidente que o uso de inseticidas químicos é indispensável no manejo dessa praga, devendo ser aliado a práticas que compõem os pilares do Manejo Integrado de Pragas (MIP), como o uso de inseticidas biológicos (Kogan, Bajwa 1999; Silva, 2025).

Um estudo realizado por César *et al.* (2025) demonstrou que o uso de inseticidas químicos é mais eficiente nas fases iniciais do desenvolvimento do milho, quando as lagartas ainda não se alojaram no “cartucho” da planta. Nessa fase, o controle é mais eficaz, ao contrário de aplicações realizadas em estádios mais avançados, como aos 42 dias após a emergência, quando as lagartas já estão protegidas no “cartucho”, o que resulta em maiores níveis de dano e redução na eficácia do controle químico.

4. CONCLUSÕES

Os tratamentos com diferentes modos de ação de inseticidas foram eficazes no controle de insetos mastigadores, favorecendo a manutenção do potencial produtivo do milho.

A combinação de inseticidas químicos e biológicos apresentou resultados promissores, embora sem diferença estatística significativa em relação aos demais. Os tratamentos com indoxacarbe e clorantraniliprole + clorfenapir se destacaram em produtividade.

Diante da complexidade do manejo de pragas e do risco de resistência, novos estudos são necessários para aprimorar estratégias integradas de controle.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22, 711–728, 2014.
- BARROS, D. C. C. **Exposição ocupacional aos carbamatos e organofosforados**. Niterói; UFF; 2006. 45p.
- BARROS, J. F. C; CALADO J. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora, 2014. Disponível em: . Acesso em: 01 set. 2025.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, v. 84, p. 85, 2014.
- BIALOZOR, A. *et al.* Água em cartucho de milho melhora o controle de *Spodoptera frugiperda* com inseticidas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e59517, 2020.
- CASTILHOS, R. V; BRUGNARA, E. C. Eficácia de inseticidas para controle da lagarta-da-oliveira *Palpita forficifera* (Lepidoptera: Crambidae), em laboratório. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 3, p. 68-72, 2019.
- CÉSAR, F. R. C. F. *et al.* Produtividade e resistência de híbridos de milho transgênicos Bt a *Spodoptera frugiperda* associados com controle químico. **Científica**, v. 53, n. 1, 2025.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 12, safra 2024/25, n. 10 décimo levantamento, julho 2025.
- CRUZ, I. **Manejo de pragas da cultura do milho**. A Cultura do Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 303-362, 2008.
- CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. (EDS.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517 p.
- CUNHA, B. A. da *et al.* Influência da época de semeadura na severidade de doenças foliares e na produtividade do milho safrinha. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 4, p. 424-427, 2020.
- DAVIS, F. M.; WILLIAMS, W. P. Methods used to screen maize for and to determine mechanisms of resistance to the southwestern corn borer and fall armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF INSECT RESISTANT MAIZE: Recent advances and utilization, 1994. Mexico. **Proceedings....** Mexico: CIMMYT, 1997. p 101-108. Edited by J. A. Mihm.
- DEMÉTRIO, C. S. *et al.* Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1691-1697, 2008.
- FANCELLI, A. L. **Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo**. Milho: do plantio à colheita, 2017.

- FONTES, E. M. G.; INGLIS, M. C. V. **Controle biológico de pragas da agricultura**. 2020.
- GARAVAZI, F.; PATRONI, B. H.; DE CARVALHO BALIEIRO, C. Comparativo do controle biológico e químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 4, n. 1, p. 89-98, 2020.
- HENRICHSEN, L. H. *et al.* Efeitos da desuniformidade de emergência na cultura do milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 28382-28398, 2021.
- KOGAN, M.; BAJWA, W. I. Integrated pest management: a global reality? **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 01-25, 1999.
- KOPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- LOUZADA, R. M. **Avaliação dos efeitos do inseticida-acaricida clorfenapir (Pirrole) sobre o ácaro da leprose, Brevipalpus phoenicis (Geijskes, 1939), através de nova metodologia para bioensaios**. 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- MELO, J. M. de. **Eficácia de inseticidas reguladores de crescimento no controle de *spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) na cultura do milho**. 2007. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- MIRANDA, R. A. de *et al.* Supersafra de milho e o papel da tecnologia no aumento da produção. **Revista de Política Agrícola**, v. 28, n. 2, p. 149-149, 2019.
- NAIS, J.; BUSOLI, A. C.; MICHELOTTO, M. D. Comportamento de híbridos de milho transgênicos e respectivos híbridos isogênicos convencionais em relação à infestação de *Spodoptera Frugiperda* (j. E. Smith, 1727) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas localidades e épocas de semeadura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, p. 159-167, 2013.
- PALMA, L. *et al.* Vip3C, a novel class of vegetative insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, n. 19, p. 7163-7165, 2012.
- PICANÇO, M. C.; GONRING, A. H. R.; OLIVEIRA, I. R. de. **Manejo integrado de pragas**. Viçosa, MG: UFV, 2010.
- QUEIROZ, E. M.; BELLIZZI, N. C. **Manejo do complexo de lagartas na cultura do milho**. 2018.
- ROSA, A.P.S.A. **Monitoramento da lagarta-do-cartucho do milho**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2011.
- SABATO, E. de O. **Complexo de enfezamento do milho: cultivares resistentes ou manejo da cigarrinha?** XV Seminário Nacional de Milho Safrinha (SNMS), Jataí, 2019. 28 p.
- SANGOI, L. *et al.* Tratamento de sementes com bioestimulante é incapaz de mitigar a emergência desuniforme do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 3, p. 428-438, 2016.

SANTOS, C. A. dos *et al.* Desenvolvimento de *Helicoverpa* spp. em milho Bt com expressão de diferentes proteínas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 05, p. 537-544, 2016.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHMILDT, E. R. *et al.* **Avaliação de métodos de correção do estande para estimar a produtividade em milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, p. 1011-1018, 2001.

SILVA, A. F. da T. *et al.* Suscetibilidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (Lpidoptera: Noctuidae) do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia a cultivares de milho transgênico com toxinas Cry/Vip de *Bacillus thuringiensis*. **Editora Impacto Científico**, p. 28-46, 2025.

SIQUEIRA, B. C. *et al.* **Ação dos fertilizantes Bacsol e Orgasol na altura de inserção da espiga e coloração dos grãos na cultura do milho orgânico**. In: Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG. 2., Jornada Científica. 2., 19 a 23 de outubro de 2009.

SOSA-GÓMEZ, D. R. *et al.* **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Embrapa Soja, 2010.

STEFANELLI, L. E. P. **Estudo comparativo dos inseticidas sulfluramida e indoxacarbe para *Atta sexdens* Rubropilosa forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae)**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2019.

TEODORO, A. V. *et al.* **Biologia e reconhecimento das principais lagartas-praga do milho de ocorrência no Agreste e Zona da Mata de Alagoas, Bahia e Sergipe**. 2015.

TEODORO, A. V. *et al.* **Suscetibilidade De Cultivares De Milho à Lagarta-do-cartucho *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2015.

TIMBÓ, A. M.; MENEZES, F. V.; LIMA, T. A.; Pereira, R. Principais pragas que afetam a cultura do milho. **Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)**, v. 16, n. 10, 2023..

TOFFANELLI, C. M.; BEDENDO, I. P. Efeito da inoculação do fitoplasma do enfezamento sobre o desenvolvimento e produção de híbridos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 756-760, 2001.

VALICENTE, F. H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe Agropecuário**, v. 30, n. 251, p. 48-55, 2009.

ZANCANARO, P. O. *et al.* Avaliação de tecnologias de refúgio no cultivo de milho transgênico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 886-891, 2012.