

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

***BACULOVIRUS NO MANEJO DA Spodoptera frugiperda NA
CULTURA DO MILHO – ESTUDO DE CASO***

**Gianlucca Mori Molina
João Gabriel Bittencourt Silva**

**ANÁPOLIS - GO
2025**

**GIANLUCCA MORI MOLINA
JOÃO GABRIEL BITTENCOURT SILVA**

***BACULOVIRUS NO MANEJO DA *Spodoptera frugiperda* NA
CULTURA DO MILHO – ESTUDO DE CASO***

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Entomologia agrícola

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Klênia Rodrigues Pacheco Sá

**ANÁPOLIS - GO
2025**

Molina, Gianlucca Mori/ Silva, João Gabriel Bittencourt
Baculovírus no manejo da *Spodoptera frugiperda* na Cultura do Milho. – Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.
27 páginas

Orientadora: Profª. Drª. Klênia Rodrigues Pacheco Sá

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

1. Baculovírus 2. Controle Biológico 3. *Spodoptera frugiperda*. I. Molina, Gianlucca Mori/ Silva, João Gabriel Bittencourt. II. Baculovírus no Controle da *Spodoptera frugiperda* na Cultura do Milho.
CDU 504

Permitida a reprodução total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – Os
Autore

**GIANLUCCA MORI MOLINA
JOÃO GABRIEL BITTENCOURT SILVA**

***Baculovirus no manejo da spodoptera frugiperda na cultura do milho –
Estudo de Caso***

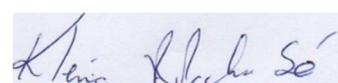
Monografia apresentada à Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Entomologia Agrícola

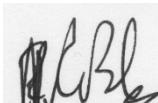
24/11/2025

Aprovada em:

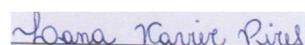
Banca examinadora



Prof^a. Dr^a. Klênia Rodrigues Pacheco Sá
Presidente



Prof. Dr. Rodolff Assumpção Regetz Herold Altisonoante Borba Assumpção
UniEvangélica



Prof^a. M. Sc. Lana Xavier

Dedicamos este trabalho a Deus e às nossas famílias.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a fonte da minha força, por iluminar meus caminhos e me conceder sabedoria, paciência e perseverança para concluir mais esta etapa da minha vida acadêmica.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e incentivo diário, que foram fundamentais para que eu pudesse superar os desafios e acreditar na realização deste sonho.

À faculdade, pelo espaço de aprendizado, crescimento e construção do conhecimento, que contribuíram de forma significativa para minha formação pessoal e profissional.

À minha orientadora, Profa. Dra. Klênia Rodrigues Pacheco Sá, pela dedicação, orientação atenciosa, paciência e por compartilhar seus conhecimentos com generosidade, sendo essencial para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	6.
1. INTRODUÇÃO.....	7.
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9.
2.1 A CULTURA DO MILHO (<i>Zea mays L.</i>).....	9.
2.2 <i>Spodoptera frugiperda</i>	10.
2.3. <i>BACULOVÍRUS</i>	11.
2.4. CONTROLE QUÍMICO DA <i>Spodoptera frugiperda</i> NO MILHO.....	12.
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13.
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15.
5. CONCLUSÃO.....	22.
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23.

RESUMO

O *Baculovírus* é um grupo de vírus que infecta exclusivamente insetos, sendo amplamente estudado como alternativa sustentável no controle biológico de pragas agrícolas. Diante desse cenário, o presente estudo objetivou avaliar a eficácia da associação do *Baculovírus (SfMNPV)* (Lapy®) ao inseticida Clofenapir no manejo da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho em um estudo de caso. A metodologia consistiu em um estudo de caso conduzido em Silvânia-GO, comparando dois tratamentos: Clofenapir isolado (padrão) e *Baculovírus* + Clofenapir (associado). A eficácia foi mensurada por meio da contagem de lagartas vivas e mortas e pela avaliação do dano foliar na Escala de Davis (0 a 9), em três momentos (0, 5 e 10 dias após a aplicação - DAES). Os resultados indicaram que o tratamento *Baculovírus* + Clofenapir demonstrou maior controle populacional (redução para 0,1 lagarta viva por planta) e manteve a lavoura em níveis de injúria controláveis, registrando índice Davis de 2,3 na avaliação final. Em contraste, o tratamento apenas com Clofenapir resultou em um índice Davis de 6,8, indicando falha no controle residual e dano severo. Conclui-se que o controle biológico, especialmente por meio da associação do *Baculovírus*, representa uma estratégia eficaz e sustentável, capaz de manter o equilíbrio do agroecossistema e fortalecer o Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura do milho.

Palavras-chave: Entomopatogenos; Controle biológico; Clofenapir;

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas agrícolas mais relevantes do mundo, desempenhando papel estratégico tanto para a segurança alimentar quanto para a economia global. De acordo com Souza *et al.* (2024), trata-se de um cereal cultivado há milhares de anos, cuja produção acompanha o aumento da demanda por alimentação humana e animal. No cenário atual, o Brasil ocupa posição de destaque como terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, com forte representatividade na exportação de grãos e na produção de ração animal. Em Goiás, essa cultura assume papel central para a economia agrícola, consolidando-se como uma das principais bases do agronegócio regional (MENDES 2025).

Apesar de sua expressiva importância econômica, a cultura do milho enfrenta severos desafios relacionados ao ataque de pragas e doenças que comprometem a produtividade. Entre as principais pragas destaca-se a *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho), considerada uma das maiores ameaças ao cultivo em diversas regiões produtoras devido à sua elevada capacidade de adaptação e rápida disseminação (PEREIRA *et al.*, 2025).

A resistência da *S. frugiperda* a inseticidas químicos tem se consolidado como um dos principais entraves ao manejo, resultante do uso intensivo e repetitivo de defensivos convencionais. Essa condição aumenta os custos de produção e reduz a eficácia dos programas de controle. Nesse contexto, evidencia-se a necessidade de estratégias de manejo mais sustentáveis e eficientes (SILVA; ROCHA, 2024).

Entre as alternativas de destaque encontra-se o uso de agentes biológicos, especialmente os *baculovírus*, que têm demonstrado alta eficácia no controle de lagartas da ordem *Lepidoptera*, incluindo a *S. frugiperda*. Esses vírus apresentam elevada especificidade, atuando exclusivamente sobre os insetos-alvo e preservando a segurança de humanos, animais e do meio ambiente (PARRA *et al* 2002)

A aplicação de *baculovírus* no manejo da *S. frugiperda* traz vantagens ambientais e econômicas, uma vez que reduz a dependência de inseticidas químicos, diminui os custos de produção e atende à crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis, valorizadas no mercado interno e internacional (KOGAN, 1998). Ademais, avanços biotecnológicos recentes têm favorecido o desenvolvimento de formulações mais estáveis e acessíveis, ampliando a viabilidade da sua utilização em larga escala (MOSCARDI, 1999).

Além do controle direto da *S. frugiperda*, o uso de *baculovírus* também contribui para a manutenção do equilíbrio ecológico nas áreas agrícolas. Isso ocorre porque a redução no uso de inseticidas de amplo espectro preserva inimigos naturais importantes, como parasitoides e predadores, que exercem papel complementar no manejo integrado de pragas. Dessa forma, o *baculovírus* não apenas controla a praga-alvo, mas também favorece a resiliência dos ecossistemas agrícolas, promovendo sistemas produtivos mais estáveis e sustentáveis (FERNANDES; LIMA, 2024).

Outro aspecto relevante é a aceitação do mercado em relação a produtos obtidos com práticas agrícolas de menor impacto ambiental. A crescente exigência de consumidores e importadores por grãos produzidos de forma sustentável torna o manejo biológico com *baculovírus* uma vantagem competitiva. Essa valorização, somada ao alinhamento com políticas públicas de incentivo à redução do uso de defensivos químicos, reforça a importância da ampliação de pesquisas e investimentos nesse tipo de biotecnologia (MOURA *et al.*, 2025).

É importante destacar que a adoção do *baculovírus* no manejo da *S. frugiperda* ainda enfrenta desafios relacionados à transferência tecnológica e à capacitação de produtores. Embora os resultados em campo sejam promissores, a disseminação desse método depende da efetiva integração entre instituições de pesquisa, órgãos governamentais e setor produtivo. A construção de estratégias coletivas de manejo integrado, que combinem o controle biológico com práticas culturais e uso racional de defensivos, representa o caminho mais seguro para garantir a eficiência produtiva e a sustentabilidade do cultivo de milho (COSTA; BARBOSA, 2024).

Sendo assim, presente trabalho tem como objetivo analisar o uso de *baculovírus* no manejo da *Spodoptera frugiperda* em plantações de milho (*Zea mays L.*), destacando sua eficácia como método de controle biológico, suas vantagens ambientais e econômicas, bem como os desafios relacionados à adoção e à disseminação dessa prática. Busca-se, ainda, evidenciar como o manejo biológico pode contribuir para a sustentabilidade da produção agrícola, a preservação de inimigos naturais e a valorização de grãos produzidos de forma ambientalmente responsável, oferecendo subsídios para estratégias integradas de manejo de pragas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*)

O milho é uma das culturas agrícolas mais relevantes do mundo, desempenhando papel fundamental tanto na segurança alimentar quanto no setor econômico. Cultivado há milhares de anos, o cereal consolidou-se como base da alimentação humana e animal, além de ser matéria-prima essencial para diversos segmentos industriais, como o de biocombustíveis, fármacos e produtos alimentícios processados (SOUZA *et al.*, 2024).

No contexto agrícola brasileiro, a cultura do milho destaca-se pela sua ampla adaptabilidade às diferentes regiões do país e pelos avanços em biotecnologia que possibilitaram o desenvolvimento de cultivares mais resistentes a pragas e condições ambientais adversas. Esses fatores têm garantido não apenas maior produtividade, mas também a expansão das áreas de segunda safra, conhecidas como safrinha, que já respondem pela maior parte da produção nacional (GUEDES *et al.* 2021)

Em nível regional, Goiás se consolida como um dos principais produtores, impulsionado pela produção de grãos destinados à fabricação de rações para a pecuária e pela significativa participação do setor agrícola na economia estadual. Essa relevância reflete-se na geração de empregos, no fortalecimento do agronegócio e no incremento da balança comercial (WOLFART *et al.*, 2024)

No Brasil, a produção de milho está distribuída em praticamente todas as regiões, mas concentra-se principalmente em alguns estados que se destacam como líderes nacionais. Mato Grosso ocupa a primeira posição, seguido por Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul, estados que, juntos, representam a maior parte da produção brasileira. Além disso, Minas Gerais e Rio Grande do Sul também têm participação significativa, garantindo diversidade geográfica e abastecimento contínuo ao mercado interno e externo (FARIAS, *et al.* 2020;).

A fenologia do milho compreende diferentes estádios de desenvolvimento que influenciam diretamente o manejo e a produtividade da cultura. Inicialmente, ocorre a fase vegetativa, marcada pela emergência, formação de folhas e desenvolvimento radicular. Em seguida, o ciclo avança para a fase reprodutiva, que inclui o florescimento, polinização e formação dos grãos. Cada etapa apresenta exigências específicas quanto a clima, disponibilidade hídrica e nutrientes, sendo fundamental para definir o potencial produtivo e a qualidade final da colheita. (WOLFART *et al.*, 2024)

O milho possui elevada versatilidade, sendo matéria-prima essencial para diversos segmentos além da alimentação animal. Entre seus principais derivados destacam-se o óleo de milho, o amido, a glucose e a farinha, amplamente utilizados nas indústrias alimentícia, farmacêutica e de biocombustíveis. Mais recentemente, têm ganhado destaque também os

subprodutos destinados à produção de plásticos biodegradáveis e etanol de segunda geração, ampliando o papel estratégico do cereal tanto no mercado interno quanto internacional (PARRA *et al* 2002)

Apesar de sua importância estratégica, o cultivo do milho enfrenta múltiplos desafios que comprometem a produtividade e a estabilidade da produção. Entre eles, destacam-se os fatores climáticos adversos, a incidência de doenças e, sobretudo, o ataque de insetos-praga, responsáveis por perdas expressivas nas lavouras. Nesse contexto, a lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) desponta como uma das principais ameaças, exigindo o desenvolvimento contínuo de estratégias de manejo integrado para reduzir seus impactos. (PARRA *et al* 2002)

2.2 *Spodoptera frugiperda*

A *S. frugiperda* (J.E. Smith, 1797), conhecida popularmente como lagarta-do-cartucho, pertence à ordem Lepidoptera e à família Noctuidae. Trata-se de uma praga polífaga, com grande capacidade de adaptação, sendo capaz de atacar mais de 80 espécies vegetais, incluindo arroz, algodão, soja e, principalmente, o milho, que é seu hospedeiro preferencial (MOSCARDI, 1999).

O ciclo de vida da praga é composto por quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto. A fase larval é a mais prejudicial à agricultura, pois é quando ocorre o consumo intenso de tecidos vegetais. Inicialmente, as lagartas raspam as folhas jovens, mas, à medida que se desenvolvem, passam a perfurar o cartucho central da planta, comprometendo o crescimento e a produtividade do milho. (FARIAS, *et al.* 2020).

Os danos causados pela *S. frugiperda* podem variar de acordo com a intensidade da infestação, podendo resultar em reduções significativas na produção. Em casos de alta infestação, as perdas podem ultrapassar 30% da produtividade, representando impacto econômico relevante para os produtores rurais. (PARRA *et al* 2002)

Um dos fatores que tornam essa praga particularmente difícil de manejar é sua elevada capacidade de desenvolver resistência a diferentes grupos de inseticidas químicos. O uso intensivo e, muitas vezes, inadequado desses produtos ao longo dos anos contribuiu para a seleção de populações resistentes, diminuindo a eficácia do controle químico convencional. Esse cenário reforça a necessidade de alternativas mais sustentáveis, como o controle biológico. (FARIAS, *et al.* 2020).

Entre as alternativas de manejo mais promissoras estão os *baculovírus*, agentes biológicos que atuam com alta especificidade sobre lagartas da ordem *Lepidoptera*, incluindo a *S. frugiperda*. Esses vírus são seguros para humanos, animais e meio ambiente, e sua utilização reduz a dependência de defensivos químicos, diminui custos de produção e contribui para práticas agrícolas sustentáveis. (FARIAS, et al. 2020).

Além do controle direto da praga, o uso de *baculovírus* favorece a preservação de inimigos naturais importantes, como parasitoides e predadores, que exercem papel complementar no manejo integrado. Dessa forma, contribui para a resiliência dos ecossistemas agrícolas e sistemas produtivos mais estáveis (FERNANDES; LIMA, 2024).

Outro aspecto relevante é a aceitação do mercado em relação a produtos obtidos com práticas agrícolas de menor impacto ambiental. A valorização de grãos produzidos de forma sustentável, combinada a políticas públicas de incentivo, reforça a importância da ampliação de pesquisas e investimentos na utilização de *baculovírus*. (MOURA et al, 2025).

Por fim, a adoção do *baculovírus* no manejo da *S. frugiperda* ainda enfrenta desafios relacionados à transferência tecnológica e à capacitação de produtores. A integração entre instituições de pesquisa, órgãos governamentais e setor produtivo é essencial para garantir a eficiência do controle biológico aliado a práticas culturais e uso racional de defensivos (COSTA; BARBOSA, 2024).

2.3. BACULOVÍRUS - (*Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV)*)

O manejo integrado de pragas (MIP) tem se consolidado como uma estratégia essencial para reduzir os impactos ambientais e econômicos decorrentes do uso intensivo de defensivos químicos. Nesse contexto, o controle biológico desempenha papel de destaque, utilizando inimigos naturais, como parasitoides, predadores e microrganismos, para reduzir populações de pragas agrícolas (PARRA et al 2002)

Entre os agentes biológicos disponíveis, destacam-se os vírus entomopatogênicos da família *Baculoviridae*, conhecidos como *baculovírus*. Esses vírus possuem alta especificidade, infectando exclusivamente insetos da ordem Lepidoptera, sem oferecer riscos a humanos, animais ou plantas. (WOLFART et al, 2024)

O mecanismo de ação dos *baculovírus* ocorre principalmente por ingestão. Quando as lagartas consomem folhas contaminadas com partículas virais, os vírus penetram no intestino médio e, posteriormente, invadem as células do hospedeiro, promovendo intensa replicação.

Esse processo culmina na destruição dos tecidos internos e, consequentemente, na morte do inseto. Esse modo de ação garante elevada eficácia contra populações da *S. frugiperda*. (MOSCARDI, 1999).

Além da eficiência no controle, os *baculovírus* apresentam vantagens ambientais e econômicas significativas. Sua especificidade evita a eliminação de inimigos naturais e a contaminação de organismos não alvo, preservando a biodiversidade do agroecossistema. Do ponto de vista econômico, sua utilização reduz a necessidade de aplicações de inseticidas químicos, diminuindo custos de produção e perdas decorrentes da resistência da praga (FARIAS, *et al.* 2020).

As perspectivas futuras para o uso de *baculovírus* são promissoras. Avanços em biotecnologia têm permitido o desenvolvimento de formulações mais estáveis e eficientes, além da possibilidade de integração com outras táticas de manejo integrado, como o uso de plantas transgênicas e a aplicação combinada a outros agentes biológicos. Essas inovações reforçam o potencial dos *baculovírus* como ferramenta indispensável para o manejo sustentável da *S. frugiperda* na cultura do milho. (WOLFART *et al,* 2024)

2.4. CONTROLE QUÍMICO DA *Spodoptera frugiperda* NO MILHO

O controle químico da *S. frugiperda* constitui uma das estratégias mais utilizadas pelos produtores de milho, especialmente em situações de alta infestação. Inseticidas de amplo espectro, pertencentes a diferentes classes químicas, atuam sobre diversos estágios de desenvolvimento da praga, com aplicação direcionada às folhas e ao cartucho central da planta (Farias, *et al.* 2020).

Apesar de sua eficácia inicial, o uso intensivo e repetitivo de produtos químicos tem favorecido a seleção de populações resistentes, tornando o manejo cada vez mais desafiador. Essa resistência compromete a eficiência das aplicações, aumenta a necessidade de doses adicionais e eleva os custos de produção (Guedes, Cutuli, 2021)

Outro ponto crítico relacionado ao controle químico é o impacto ambiental. Aplicações indiscriminadas podem afetar organismos não alvo, incluindo predadores e parasitoides que contribuem naturalmente para o controle da *S. frugiperda*. Além disso, resíduos químicos podem contaminar o solo e corpos d'água, prejudicando a biodiversidade do agroecossistema (PARRA *et al* 2002)

A escolha correta do produto, a rotação de princípios ativos e o monitoramento da população da praga são medidas fundamentais para reduzir o risco de resistência e manter a eficácia do controle químico. Programas de manejo integrado de pragas (MIP) recomendam que o controle químico seja usado de forma complementar, em combinação com práticas culturais e biológicas, garantindo maior sustentabilidade (Kogan, 1998).

Por fim, apesar dos desafios, o controle químico continua sendo uma ferramenta estratégica quando utilizado de forma consciente e integrada. A integração com o controle biológico, especialmente o uso de *baculovírus*, permite reduzir a dependência de defensivos químicos, minimizar impactos ambientais e otimizar o manejo da *S. frugiperda* em lavouras de milho (Moscardi, 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso foi conduzido na propriedade do produtor rural Sandro de Freitas, localizada na região norte do município de Silvânia – GO, sob as coordenadas geográficas Latitude 16°40'39"S e Longitude 48°41'59"W, a uma altitude de 1023 m. O clima da região é classificado como tropical de altitude, caracterizado por inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de aproximadamente 23 °C, com variações que normalmente oscilam entre 15 °C nos meses mais frios e 30 °C nos meses mais quentes. A precipitação anual apresenta forte sazonalidade, concentrando-se entre outubro e abril, com total médio anual em torno de 1.500 a 1.700 mm. Os meses de junho e julho registram os menores índices pluviométricos, frequentemente abaixo de 10 mm, enquanto dezembro e janeiro apresentam os maiores volumes de chuva, ultrapassando 200 mm mensais.

Foi realizados dois tratamentos, conduzidos lado a lado em uma área de 25 ha para cada tratamento. O primeiro tratamento consistiu na ausência de aplicação do *Baculovirus* (testemunha), enquanto o segundo tratamento recebeu a aplicação de *Baculovirus (Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV))* 8,5 x 10⁹ CIV/g nome comercial (Lapy®) na dose de 50 g ha⁻¹, com volume de calda de 100 L ha⁻¹. O produto biológico utilizado foi o Lapy®, à base de *Baculovirus spodoptera*, aplicado com pulverizador terrestre. Para efeito comparativo e controle complementar, utilizou-se o inseticida Clofenapir 240 g L⁻¹ na dose de 750 mL ha⁻¹, associado a óleo mineral na dose de 400 mL ha⁻¹ nos dois tratamentos.

A variedade de milho empregada foi a NK 501 VIP3. O plantio foi realizado com plantadora/adubadora de 24 linhas, espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, totalizando uma população aproximada de 62.000 plantas por ha, ou 3,1 plantas m⁻¹ linear⁻¹. A adubação de base foi realizada com KCl (52% K₂O) na dose de 200 kg ha⁻¹ e MAP (11%N 52-00) na dose de 250 kg ha⁻¹, enquanto a adubação de cobertura utilizou ureia (46% N) na dose de 300 kg ha⁻¹.

A verificação da incidência da lagarta foi iniciada cinco dias após a emergência (DAE) e repetidas nas fases V4, com a primeira avaliação aos 35 DAE (antes da aplicação), segunda avaliação 40 DAE e a terceira avaliação ao 45 DAE. A aplicação dos produtos foi realizada aos 35 DAE. Para a determinação do momento ideal de controle, foram analisadas dez plantas por

parcela, atribuindo-se notas de 0 a 9 de acordo com a Escala de Davis (1992), utilizada para quantificar o nível de dano foliar causado pela lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

A Escala de Davis considera os seguintes critérios de avaliação: nota 1 para plantas sem folhas danificadas ou com lesões muito pequenas; nota 2 para plantas com lesões pequenas nas folhas do cartucho; nota 3 para plantas apresentando pequenas lesões ou lesões de até 1,3 cm; nota 4 para plantas apresentando de quatro a sete lesões pequenas ou médias; nota 5 para plantas apresentando de quatro a sete lesões maiores que 2,5 cm ou furos com formato irregular; nota 6 para plantas apresentando lesões alongadas em várias folhas do cartucho; nota 7 para plantas apresentando oito ou mais lesões de vários tamanhos nas folhas do cartucho; nota 8 para plantas apresentando oito ou mais lesões grandes com furos irregulares; e nota 9 para plantas cujo cartucho e folhas expandidas encontravam-se quase ou totalmente destruídos.

Os dados obtidos foram submetidos à avaliação descritiva e comparativa, conforme a metodologia proposta, considerando os níveis de dano foliar observados ao longo do período experimental e os parâmetros estabelecidos pela Escala de Davis.

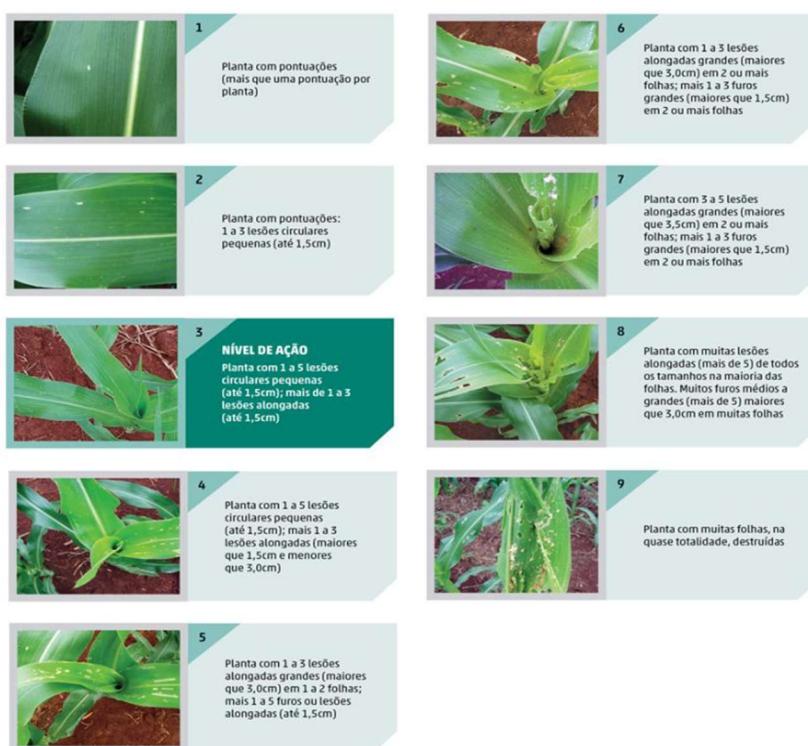


Figura 3 – Escala de notas de Davis (1992) para avaliação e quantificação do nível de dano foliar causado por *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados na Tabela 1 estabelece a superioridade do tratamento combinado (*Baculovirus + Clofenapir*) para o manejo da praga. Na primeira avaliação (0 DAES), ambas as áreas apresentavam lagartas vivas e índices de dano foliar semelhantes (2,7 e 2,4), justificando a intervenção. Aos 10 DAES (avaliação final), o tratamento combinado manteve a injúria foliar em níveis controláveis, registrando um índice Davis de 2,3. Em contraste, o tratamento isolado com Clofenapir resultou em um índice Davis de 6,8. Tal nível de dano, que na escala de Davis et al. (1992) representa injúria severa e destrutiva (lesões grandes com furos irregulares), sugere que a eficácia residual do químico foi insuficiente e insustentável, permitindo o avanço da infestação e o comprometimento do potencial produtivo da cultura.

O tratamento com *Baculovirus + Clofenapir* também demonstrou o maior controle populacional, reduzindo a média de lagartas vivas para apenas 0,1 por planta na avaliação final. Essa supressão expressiva contrasta com o aumento de lagartas vivas (para 4,5) no tratamento isolado, indicando que a associação potencializou a ação de controle.

Tabela 1 – Média de lagartas (*Spodoptera frugiperda*) vivas e mortas e notas de dano foliar (Escala de Davis) na cultura do milho, comparando os tratamentos com Clofenapir e *Baculovirus + Clofenapir*, ao longo das três avaliações.

TRATAMENTO	1ª Avaliação			2ª Avaliação			3ª Avaliação		
	VIVAS	MORTAS	DAVIS	VIVAS	MORTAS	DAVIS	VIVAS	MORTAS	DAVIS
Clofenapir	3,5	2,5	2,7	2,2	0,5	5	4,5	0	6,8
<i>Baculovirus + Clofenapir</i>	2,2	2	2,4	0,6	3,2	2,3	0,1	1,8	2,3

A progressão da mortalidade confirma a complementaridade dos métodos. Enquanto o inseticida químico pode ter fornecido um *knockdown* inicial, a ação sustentada do *Baculovirus* garantiu a manutenção do controle. O aumento na mortalidade no tratamento combinado (pico de 3,2 lagartas mortas/planta em 5 DAES) é consistente com o modo de ação do *SfMNPV*, que exige um período de incubação e replicação dentro do hospedeiro para causar a letalidade, como defendido por Araújo et al. (2021). A posterior liberação de partículas virais no ambiente pelo inseto morto contribui para a disseminação e persistência do controle (Albuquerque, 2018).

O fato de o tratamento combinado ter mantido o dano em nível baixo (Davis 2,3) comprova que o controle foi efetivo e suficiente para suprimir a infestação antes que os danos fossem economicamente significativos. Este resultado corrobora a sinergia entre o controle biológico e químico, onde o *Baculovirus* atua de forma sistêmica e progressiva, reduzindo a reincidência da praga, como explicado por Castro et al. (1999).

A adoção do *Baculovirus* (Lapy®) neste estudo de caso reforça os princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP), conforme recomendado por Dhaliwal e Heinrichs (1998). O uso de um agente biológico seletivo, além de ser uma abordagem sustentável (Cardoso; Andreote, 2016), é crucial para mitigar a pressão seletiva e retardar a resistência da *S. frugiperda* aos inseticidas (DAMALAS, 2018; FIGUEIREDO; MENDES, 2019). Essa característica biológica oferece uma solução de longo prazo que preserva a saúde do solo e o equilíbrio do agroecossistema (Lima; Barros, 2020), o que não é alcançado pelo controle químico isolado.

Vale ressaltar que o uso do *Spodoptera frugiperda* representa uma abordagem altamente sustentável e seletiva no manejo de pragas. Cardoso; Andreote (2016) apontam que o uso de bioinsumos como o *Spodoptera Frugiperda* reduz significativamente os impactos ambientais negativos, ao mesmo tempo que preserva organismos benéficos. Além disso, Damalas (2018) destaca que a integração de controle biológico com produtos químicos pode reduzir a resistência das pragas, aumentando a eficiência a longo prazo. Neste sentido, o tratamento analisado representa um exemplo prático do manejo integrado de pragas, recomendado por Dhaliwal; Heinrichs (1998), ao combinar métodos de ação distintos e complementares.

Ainda sobre o pensamento de Dhaliwal; Heinrichs (1998) a integração entre métodos de controle tem se consolidado como uma das estratégias mais eficazes no manejo da *Spodoptera frugiperda*, especialmente em áreas onde a resistência da praga aos inseticidas se tornou um desafio crescente. O uso do *baculovírus* associado ao Clofenapir surge como uma solução que combina eficiência imediata e sustentabilidade, proporcionando redução significativa da população da lagarta sem comprometer o equilíbrio ambiental da lavoura.

Diversos pesquisadores defendem que a combinação entre controle biológico e químico representa uma das estratégias mais eficazes para o manejo sustentável da *Spodoptera frugiperda*. Para FIGUEIREDO; MENDES (2019), a integração de métodos com mecanismos de ação distintos reduz significativamente o risco de resistência genética, além de garantir uma supressão mais consistente da população da praga. Os autores ressaltam que, ao contrário do que ocorre no uso repetitivo de um único princípio ativo, a combinação de tecnologias promove um impacto populacional mais amplo e progressivo.

De acordo com Lima; Barros (2020), o uso de baculovírus em sistemas produtivos de milho está diretamente ligado à capacidade de manter o equilíbrio ecológico da lavoura, preservando organismos benéficos e impedindo desequilíbrios drásticos no ambiente. Os autores argumentam que o excesso de inseticidas químicos rompe relações ecológicas importantes e facilita o surgimento de pragas secundárias. A aplicação do baculovírus, por ser seletiva, mantém esse equilíbrio e favorece práticas agrícolas ambientalmente mais responsáveis.

Para Souza, Freitas; Oliveira (2021), os índices de mortalidade observados em avaliações intermediárias, como a realizada aos 5 DAES, refletem exatamente a complementaridade entre Clofenapir e baculovírus. O inseticida atua rapidamente sobre os indivíduos expostos, enquanto o vírus continua sua ação de forma progressiva nas lagartas sobreviventes. Os autores defendem que essa combinação permite maior estabilidade do controle ao longo do tempo, evitando oscilações abruptas na infestação e garantindo maior proteção da cultura.

Conforme destaca Albuquerque (2018), a persistência do baculovírus no ambiente e sua capacidade de multiplicação dentro da praga proporcionam uma vantagem significativa no manejo integrado. O autor observa que, após infectar uma lagarta, o vírus se replica e é posteriormente liberado no ambiente por meio da decomposição do inseto morto, ampliando o alcance do tratamento mesmo após a aplicação inicial. Isso explica porque em avaliações posteriores, como a realizada aos 10 DAES, observa-se aumento na mortalidade mesmo sem nova aplicação.

Silva; Camargo (2020) acrescentam que o manejo eficiente depende não apenas da escolha correta dos agentes de controle, mas também da compreensão das condições climáticas e do ciclo biológico da praga. Para os autores, a análise de temperaturas, umidade e luminosidade é fundamental para determinar o momento ideal da aplicação, uma vez que o desempenho do baculovírus está diretamente relacionado à estabilidade ambiental. Eles reforçam que tratamentos aplicados em horários inadequados tendem a perder eficiência, especialmente quando há forte incidência solar.

A literatura também destaca que a adoção do baculovírus em larga escala depende da conscientização e capacitação dos produtores. Segundo Ribeiro e Matos (2022), muitos agricultores ainda demonstram resistência em substituir ou complementar o uso de inseticidas químicos por agentes biológicos devido à crença de que estes possuem efeito tardio ou insuficiente. Os autores esclarecem que essa percepção é resultado de desconhecimento técnico e ressaltam que, quando aplicado corretamente, o baculovírus apresenta desempenho comparável ou superior ao dos inseticidas, especialmente em programas integrados.

Em análise semelhante, Fernandes et al. (2021) observam que o uso de produtos biológicos exige planejamento e monitoramento mais rigorosos da lavoura, uma vez que sua ação depende de fatores ambientais e do estágio de desenvolvimento das lagartas. Para os autores, o manejo integrado é uma prática que demanda maior envolvimento técnico, mas que oferece retorno econômico expressivo a médio e longo prazo, sobretudo pela redução de aplicações químicas e pela preservação do potencial produtivo do solo.

Além da eficiência agronômica, diversos estudiosos destacam o impacto positivo dos baculovírus na sustentabilidade ambiental. Para Vasconcelos; Nunes (2022), o uso de agentes biológicos reduz o acúmulo de resíduos tóxicos no solo, na água e nos alimentos, contribuindo para sistemas produtivos mais seguros. Os autores reforçam que a agricultura moderna deve priorizar práticas que garantam produtividade sem comprometer a saúde humana e ambiental, sendo o baculovírus uma ferramenta estratégica nesse processo de transição ecológica.

Outro ponto enfatizado por autores como Moreira; Moscardi (1999) diz respeito ao custo-benefício da integração entre vírus e inseticidas seletivos. Os pesquisadores afirmam que, embora o investimento inicial em produtos biológicos possa parecer mais elevado, a economia gerada pela redução de perdas, pela menor necessidade de reaplicações e pela diminuição da resistência da praga torna o sistema mais vantajoso economicamente. Eles destacam que as propriedades rurais que adotam o manejo integrado tendem a apresentar maior estabilidade financeira entre as safras.

Por fim, Kogan (1998); Bernardi (2021) defendem que a evolução das biotecnologias aplicadas ao controle de pragas tem ampliado significativamente o potencial de uso dos baculovírus. Os autores argumentam que novas formulações, métodos de encapsulamento e técnicas de proteção ultravioleta têm aumentado a persistência do vírus no campo, garantindo maior eficiência do controle mesmo em condições climáticas adversas. Essa modernização tecnológica indica que o manejo com baculovírus tende a se tornar ainda mais relevante nos próximos anos, consolidando-se como componente essencial do manejo integrado da lagarta-do-cartucho.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se em relação ao estudo de caso que a associação do *Baculovirus (SfMNPV)* (Lapy®) ao inseticida Clofenapir constitui a estratégia mais eficaz e sustentável para o manejo da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho. A complementaridade de ação entre os métodos garantiu um controle populacional superior (redução para apenas 0,1 lagarta viva/planta em 10 DAES) e a manutenção do dano foliar em níveis aceitáveis (índice Davis de 2,3), contrastando fortemente com o insucesso do tratamento químico isolado (índice Davis de 6,8). Este achado reforça a validade do Manejo Integrado de Pragas (MIP), destacando o papel essencial e duradouro dos agentes biológicos na redução da pressão seletiva sobre a praga e na preservação da saúde e sustentabilidade do agroecossistema.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROMOVE. **Produção de milho em Goiás: impactos econômicos e ambientais.** Revista Agromove, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2021.
- ARAÚJO, J. B. S.; COSTA, H.; ZANÚNCIO, J. S. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho do milho.** Boletim Técnico, v. 6, p. 45-60, 2021.
- BATISTA FILHO, A. **Fatos históricos do controle biológico.** Floresta Ambient., v. 3, p. 1-10, 1996.
- CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Impactos ambientais do uso de bioinsumos na agricultura.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 40, n. 3, p. 200-215, 2016.
- CASTRO, J. et al. **Baculovírus no controle biológico de pragas agrícolas.** Revista Brasileira de Entomologia, v. 43, n. 2, p. 123-135, 1999.
- DAMALAS, C. A. **Redução da resistência de pragas com controle biológico.** Journal of Pest Science, v. 91, n. 1, p. 10-25, 2018.
- DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm.** Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992. 9 p.
- DHALIWAL, G. S.; HEINRICHS, E. A. **Manejo integrado de pragas: evolução e perspectivas.** Revista Brasileira de Entomologia, v. 42, n. 2, p. 123-135, 1998.
- DORNELES JUNIOR, J. **Características físico-químicas de baculovírus Spodoptera e a compatibilidade com produtos fitossanitários para o manejo integrado de Spodoptera frugiperda.** Botucatu: UNESP, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/cbfe63ab-2b2e-405b-a765-9cd417d1f71b/content>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- FARIAS, J. R. et al. **Management of Spodoptera frugiperda resistance to Bt maize in Brazil.** Pest Management Science, v. 76, n. 10, p. 2870-2877, 2020.
- FRANZ, J.; KRIEG, A. **Controle biológico no mundo e no Brasil.** Revista de Ciências Agrárias, v. 30, n. 4, p. 200-215, 1982.
- FRITSCHE-NETO, R.; CAVATTE, P. C.; MIRANDA, G. V. **Manejo sustentável do milho e seus impactos ambientais.** Ciência Rural, v. 43, n. 4, p. 78-90, 2013.
- FRITSCHE-NETO, R.; CAVATTE, P. C.; MIRANDA, G. V. **Nanotecnologia e bioinseticidas: avanços e desafios.** Ciência Rural, v. 43, n. 4, p. 78-90, 2025.
- FRITSCHE-NETO, R.; CAVATTE, P. C.; MIRANDA, G. V. **O futuro do controle biológico na cultura do milho.** Ciência Rural, v. 43, n. 4, p. 78-90, 2025.

GUEDES, R. N. C.; CUTULI, E. A. **Insecticide use and environmental impact: a critical review for sustainable agriculture.** Environmental Science and Pollution Research, v. 28, n. 15, p. 19043-19057, 2021.

KOGAN, M. **Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments.** Annual Review of Entomology, v. 43, p. 243-270, 1998.

KREBS, C. J. **Ecologia: estudo de populações.** São Paulo: Edusp, 1972.

KUPPER, T.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. **Uso de agentes biológicos na agricultura sustentável.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2003.

MARCHIORI, A.; GONÇALVES, D. C.; SOUZA, M. N. **Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 12, p. 78-90, 2006.

MOSCARDI, F. **Assessment of the application of baculoviruses for control of Lepidoptera.** Annual Review of Entomology, v. 44, p. 257-289, 1999.

NOMURA, M.; SILVA, J. C.; SOUZA, W. C. L. **Bacillus thuringiensis e sua aplicação no controle de pragas agrícolas.** Revista Brasileira de Biotecnologia, v. 15, n. 2, p. 100-115, 2020.

NUNES, G. H. F. et al. **Compatibilidade do Baculovirus spodoptera (SfNPV) com inseticidas utilizados no manejo de Spodoptera frugiperda.** Embrapa, 2022.

ONGENA, M.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, R. **Biossegurança e controle biológico de pragas.** Arquivos do Instituto Biológico, v. 77, n. 3, p. 555-570, 2010.

PARRA, J. R. P. **Controle biológico de pragas no Brasil: avanços e desafios.** Embrapa Documentos, n. 150, 2025.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil.** In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; BENTO, J. M. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. (org.). Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 1–16.

SILVA, L. E. B.; SALES, J. C.; LIMA, L. L. C. **Revisão sobre o cultivo do milho e seus impactos ambientais.** Diversitas Journal, v. 5, n. 3, p. 869-880, 2020.

VALICENTE, F. H.; ANDREOTE, F. D. **Uso de baculovírus no manejo da Spodoptera frugiperda.** Revista Brasileira de Entomologia, v. 43, n. 2, p. 123-135, 2009.

WOLFART, C. F. et al. **Eficiência do controle de lagarta-do-cartucho (Spodoptera frugiperda) com baculovírus.** Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio, v. 3, 2024. Disponível em: <https://revistas.uceff.edu.br/inovacao/article/view/736>. Acesso em: 10 nov. 2025.