



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

EFICIÊNCIA DO CONTROLE DE LAGARTA-DO-CARTUCHO DO MILHO (*Spodoptera frugiperda*) COM BACULOVIRUS

Cleison Felipe Wolfart¹

Vilson José Gabriel²

Neuri Antonio Feldmann³

Fabiana Raquel Mühl⁴

RESUMO

A Lagarta-do-cartucho é a principal praga da cultura do milho, mas é também uma praga altamente polífaga, se alimentando de outras 353 espécies vegetais. Trata-se de uma praga com 4 fases distintas de desenvolvimento, mas somente na fase de larva que possui importância econômica como praga. Pode passar por até 6 instares de desenvolvimento da larva, sendo a duração de cada um deles, influenciado diretamente pela temperatura. Devido a sua importância econômica, o manejo da praga comumente vem ocorrendo pelo uso de inseticidas químicos, ou então pelo emprego do controle varietal, pela adoção de cultivares com tecnologia Bt. O intenso uso destas ferramentas vem gerando caso de resistência da praga a estas tecnologias. O uso de agentes de controle biológico como os vírus se tornou uma opção para o controle desta praga, devido a sua alta especificidade e ausência de casos de resistência a este agente microbiano de controle. O desenvolvimento de produtos formulados mais eficientes e de ação mais imediata a partir de baculovirus específicos, bem como a mistura de diferentes agentes também são possibilidades futuras para o crescimento e consolidação desta ferramenta de controle. A junção de ferramentas de controle, como híbridos de milho com tecnologia Bt e o uso de baculovirus mostram boa eficiência de controle da Lagarta-do-cartucho, mantendo plantas tratadas com estas ferramentas com dano abaixo no nível de dano econômico da escala Davis.

Palavras-chave: Praga; Baculovirus; Tecnologia Bt; Controle biológico.

Introdução

A necessidade de aumentar a produção global de alimentos para atender a demanda mundial atual e futura já é conhecida, porém ainda não se sabe de que

¹ Centro Universitário FAI - UCEFF. Acadêmico do Curso de Agronomia. E-mail: cleisonfelipew@gmail.com

² Centro Universitário FAI - UCEFF. Engenheiro Agrônomo. Me. em Agronomia. E-mail: vilsongabriel@uceff.edu.br

³ Centro Universitário FAI - UCEFF. Engenheiro Agrônomo. Me. em Fitotecnia. E-mail: neuri@uceff.edu.br

⁴ Centro Universitário FAI - UCEFF. Bióloga. Dra. em Agronomia. E-mail: fabiana@uceff.edu.br



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

maneira se conseguirá atingir este feito, sem comprometer o ambiente. Fato é que a busca cada vez maior pela sustentabilidade na produção de alimentos, nos sinaliza um caminho que sem dúvida irá contribuir, o uso do controle biológico.

Desde os primórdios da agricultura algumas pragas agrícolas causam perdas de produtividade, porém, o monocultivo aliado ao desequilíbrio dos ambientes de produção e o aumento das áreas cultivadas intensificaram essa ação, provocando ano após ano perdas consideráveis e afetando o retorno econômico para os agricultores. Trazer parte das interações que ocorrem no ambiente natural para dentro dos cultivos em larga escala, se tornou uma opção para reduzir o uso de produtos químicos e por consequência, reduzir o seu impacto ambiental, recuperar parte das interações entre organismos neste ambiente e também produzir um alimento mais saudável.

De acordo com Capinera (2017) e o Departamento [...] (2020) a Lagarta-do-cartucho - *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é nativa das américas, desde os Estados Unidos até a Argentina e desde 2016, quando foi relatada pela primeira vez no continente africano, se tornou uma ameaça para a África e Europa. Já a partir de 2019 foi relatada na China e Sudoeste Asiático e também na Austrália.

Trata-se de uma praga polífaga, que se alimenta de diversas culturas comerciais e de diferentes hospedeiros, mas no milho é considerado a principal praga da cultura. Nos instares iniciais da praga, as larvas se alimentam somente de um lado do tecido foliar e a partir do momento que avançam de instar, se alimentam de todo o limbo foliar, fazendo buracos e destruindo principalmente as folhas centrais, do 'cartucho' do milho, por isso recebem este nome (Capinera, 2017).

O uso de Baculovirus para o controle de lepidópteros pragas, se torna uma ferramenta interessante, devido a sua especificidade, seletividade, a alta eficiência de controle das pragas, além da facilidade de manipulação o que permite a sua replicação em larga escala e a segurança à saúde humana e ao ambiente (Tibola, 2020).



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

O *Baculovirus spodoptera* (SfNPV) é um vírus usado para o controle da Lagarta-do-cartucho do milho, sendo um bioinseticida seletivo aos inimigos naturais, eficaz e com um maior residual em relação a maioria dos inseticidas químicos comumente usados (Tibola, 2020).

O objetivo principal do presente trabalho, foi avaliar a eficiência do uso de *Baculovirus spodoptera* (SfNPV) para o controle de Lagarta-do-cartucho no milho, e também comparar o nível de controle em relação a um inseticida químico em diferentes híbridos. Além disso, conhecer as características de infecção do vírus, avaliação de mortalidade dos insetos e etapas de produção deste agente biológico de controle.

Fundamentação teórica

Bioecologia e ciclo de vida da *Spodoptera frugiperda*

A *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) conhecida popularmente como lagarta-do-cartucho do milho ou também chamada de lagarta militar, é uma praga altamente polífaga, encontrada praticamente em todo território das américas, desde os Estados Unidos até a Argentina. No Brasil a distribuição desta praga ocorre em todo o território devido a sua condição climática e a diversificação de alimentação para esta praga. Foi reconhecida como praga do milho, no Estado da Geórgia nos EUA no ano de 1797. O primeiro grande surto registrado da praga, ocorreu em 1899 nos Estados Unidos nas culturas de milho, feijão, arroz, sorgo e trigo, já no Brasil o primeiro surto severo ocorreu no ano de 1964, nas culturas de milho, arroz e pastagens (Cruz, 1995; Montezano *et al.*, 2018). De acordo com Lopes (2021) a Lagarta-do-cartucho é a principal praga da cultura do milho no Brasil, e uma das principais responsáveis por perdas econômicas na agricultura brasileira, isso devido à grande extensão territorial que esta cultura do milho ocupa e em diferentes épocas do ano e por se tratar de uma espécie polífaga que se alimenta de diversas culturas, além disso, o autor também atribui o

desequilíbrio ecológico e a eliminação dos inimigos naturais ao fato da *S. frugiperda* conseguir sobreviver e se desenvolver durante o ano todo.

Conforme o Syngenta (2021) a Lagarta-do-cartucho pode apresentar tons verdes a marrons e pode ser identificada por quatro pontos no final do abdômen, formando um quadrado. Já na região frontal, na cabeça, a lagarta apresenta uma marca em formato de Y sendo uma forte característica morfológica da praga (Figura 1).

Figura 1 - Lagarta-do-cartucho com suas características específicas.



Fonte: Portal Syngenta (2021).

De acordo com Montezano *et al.* (2018) pesquisas atualizadas no Brasil em 2018, adicionaram mais 82 espécies de plantas hospedeiras deste inseto totalizando assim, 353 espécies de 76 famílias diferentes que hospedam essa praga, sendo a maioria delas da família poaceae (106 espécies). Devido a este hábito de polifagia, os autores destacam a importância de conhecer a dinâmica desta praga, já que a fêmea adulta pode fazer a postura também em diversas espécies hospedeiras inclusive em plantas daninhas e espécies não comerciais, o que contribui para a perpetuação da espécie durante o ano todo, além de poder ocorrer a migração

tardia, de lagartas com instares mais adiantados, para dentro dos cultivos comerciais.

Conforme Cruz (1995) a Lagarta-do-cartucho é um inseto de metamorfose completa, por passar por 4 fases distintas – ovo, larva, pupa e adulta (Figura 2). A fêmea adulta não possui preferência do local de postura de seus ovos, que é feita em massas variando em média de 143 a 250 ovos por postura e podendo chegar a até 13 posturas. A eclosão depende majoritariamente da temperatura, onde em médias de cerca de 27°C a eclosão ocorre em até 2 dias, chegando até cerca de 10 dias com temperaturas médias abaixo de 17°C. Após a eclosão as larvas se alimentam da casca do ovo, e em seguida iniciam a alimentação das plantas de milho. Primeiramente só provocam a raspagem do limbo foliar de um lado da folha, à medida que a praga vai crescendo e mudando de instar, o dano aumenta e a lagarta faz buracos na folha podendo causar até a destruição de plantas jovens e danos severos em plantas maiores.

Figura 2 - Ciclo de vida da *Spodoptera frugiperda*.



Fonte: Promip (2019).

Durante o seu ciclo a Lagarta-do-cartucho pode passar por até 6 instares e a



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

duração de cada um deles também é influenciado diretamente pela temperatura sendo mais demorado com temperaturas mais amenas e mais acelerado com temperaturas altas. Após completar o desenvolvimento larval, a lagarta habitualmente se desloca para o solo, onde inicia a construção do casulo para passar para a fase de pupa (Cruz, 1995).

Assim como a fase larval esta fase de desenvolvimento também é influenciada pela temperatura, podendo variar de 6 dias com temperaturas médias em torno de 28 a 30°C, chegando a até 55 dias com temperaturas em torno de 12°C. A duração do ciclo do inseto adulto é de cerca de 4,4 dias sem se alimentar, podendo chegar a cerca de 13 dias quando este se alimenta de néctar. A postura inicia cerca de 3 a 4 dias após a mariposa emergir da pupa, sendo mais ativas durante o período noturno, onde também ocorre o acasalamento (Cruz, 1995).

Da mesma forma, segundo Malekera *et al.* (2022) que testou em laboratório a variação de todo o ciclo da Lagarta-do-cartucho com ovos recém postos submetidos a diferentes temperaturas, com umidade constante e programa de luz de 14h de luz e 10h de escuro, onde também observaram esta correlação direta entre a temperatura e ciclo de desenvolvimento da praga (Quadro 1). As larvas submetidas a temperatura de 15°C não passaram para a fase de pupa e conseqüentemente não chegaram até a fase adulta.

Quadro 1 - Tempo em dias necessário para cada fase de desenvolvimento da Lagarta-do-cartucho em relação a temperatura.

Temperatura	Ovo	Larva	Pupa	Ovo-a-Adulto
15°C	14,25 ± 1,31	87,42 ± 2,68	-	-
20°C	5,33 ± 0,88	25,41 ± 0,93	20,91 ± 0,70	50,46 ± 1,71
25°C	2,29 ± 0,17	15,37 ± 0,84	9,72 ± 0,125	31,88 ± 0,25
28°C	2,00 ± 0,00	13,61 ± 0,22	8,15 ± 0,15	25,22 ± 0,58
30°C	1,50 ± 0,28	12,64 ± 0,31	7,58 ± 0,57	23,44 ± 1,27
32°C	1,33 ± 0,33	9,11 ± 0,30	6,87 ± 0,14	23,43 ± 0,38



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

34°C	2,36 ± 0,06	13,11 ± 0,34	6,06 ± 0,21	23,87 ± 0,42
-------------	-------------	--------------	-------------	--------------

Fonte: Adaptado de Malekera *et al.* (2022).

Já Plessis, Schlemmer e Berg (2020) estudaram a necessidade térmica de cada fase de desenvolvimento e para o ciclo total da Lagarta-do-cartucho, também submetidas a diferentes temperaturas e ambientes com umidade relativa de 70% para a fase de ovo e de 65% para a fase de larva e pupa, mantendo o programa de luz em 14h de luz e 10h de escuridão. Apesar da diferença de temperatura a necessidade térmica não teve muita variação entre a temperatura de 18°C e 32°C testadas, o que variou foi somente o tempo necessário para atingir esta soma térmica. Para calcular a soma térmica foi usada a temperatura limite inferior nos estágios de ovo = 13,01°C, larvas = 12,12°C, pupas = 13,06°C e de ovo a adulto = 12,57°C. Segundo os autores a soma térmica média necessária para o estágio de ovo é de 35,68 °C, para o estágio de larva é de 204,60 °C, já para o estágio de pupa a média é de 150,54 °C e para o desenvolvimento total do ciclo de ovo até adulto é de 391,61 °C

Controle da Lagarta-do-cartucho

Por se tratar de uma praga com uma gama vasta de hospedeiros, aliado ao seu grande poder de destruição, a necessidade de controle da Lagarta-do-cartucho é evidente, para isso na grande maioria das vezes se opta por produtos químicos, porém o uso seguido desta prática vem gerando casos de populações resistentes desta praga. Atualmente já se tem o registro de resistência da *Spodoptera frugiperda* à 40 ingredientes ativos químicos de diversos grupos químicos e modos de ação, ocorrendo em diferentes locais do mundo e em diferentes culturas comerciais (Hussain *et al.*, 2021; Irac [...], 2023).

Para tentar contornar esta situação surgiu o uso de culturas Bt como o algodão ou então híbridos de milho com transgenia o que parecia uma alternativa interessante, porém em partes pela falta de orientação e falta da prática do cultivo



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

da área de refúgio a praga também desenvolveu resistência as proteínas Bt dos híbridos transgênicos. O que fez com que atualmente já se tem também o registro de resistência da *Spodoptera frugiperda* a 7 proteínas Bt diferentes (Hussain *et al.*, 2021; Irac [...], 2023).

O crescente uso de inseticidas microbianos parece uma das alternativas para o controle da praga, principalmente se tratando de fungos e vírus, visto que a resistência a bactérias do gênero *Bacillus* sp. já é uma realidade. É neste cenário que o uso de baculovirus *Spodoptera frugiperda* se torna uma alternativa, levando em consideração todos os benefícios do seu uso, bem como a ausência de qualquer tipo de resistência catalogada (Hussain *et al.*, 2021).

Cultura do milho

Por se tratar de um dos cereais mais produzidos no mundo, a importância da cultura do milho no cenário mundial é indiscutível, da mesma forma no Brasil, que é o 3º maior produtor mundial onde a cultura ocupa boa parte das áreas agricultáveis. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, (2023), a produção anual de milho deverá saltar dos atuais 125,5 milhões de toneladas para cerca de 160 milhões de toneladas nos próximos 10 anos. Ainda de acordo com o MAPA a área de milho segunda safra, deve se expandir sobre as áreas de soja devido o uso crescente do grão para a produção de biocombustíveis (etanol de milho).

De acordo com a Syngenta (2023) esse cenário de crescimento da produção de milho que aconteceu nos últimos anos, tende a continuar, e busca atender a demanda de exportação deste cereal, além de atender o mercado interno, visto a grande demanda do produto para o mercado da alimentação animal. Aliado a isso, o uso do milho é muito variado, sendo matéria prima para a fabricação de pneus, sacolas, tintas, adoçantes, antibióticos, estufas agrícolas entre outros, além de claro no uso na produção de etanol. Na safra 2022/2023 cerca de 15% do etanol produzido nacionalmente veio do milho.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Dada esta importância a cultura, sabe-se que para atingir boas produtividades depende de uma série de fatores, entre eles o controle de pragas para evitar perdas de produção. Dentre as diversas pragas que afetam a cultura do milho, a principal delas é a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), que tem um potencial de dano muito elevado podendo chegar a até 70% em alguns ataques severos (Valicente; Tuelher; Barros, 2010).

Para evitar perdas de produtividade por pragas na cultura do milho, o método de controle mais utilizado é o controle químico com produtos fitossanitários, porém como já sabemos o uso seguido pode trazer problemas ambientais, à saúde humana e a ocorrência de casos de resistência. Por isso, métodos alternativos de controle de pragas tem se tornado uma opção viável, como é o caso do emprego de vírus para o controle de pragas (Valicente; Tuelher; Barros, 2010).

De acordo com a CropLife Brasil (2021) outra estratégia de controle de pragas na cultura do milho, é a tecnologia Bt, que é a inserção de genes das bactérias *Bacillus thuringiensis* (Bt) que replicam proteínas com ação inseticida contra uma série de pragas. Esta tecnologia vem sendo usada no Brasil desde o ano de 2008 e, o seu uso intenso e sem a devida estratégia gerou casos de resistência da Lagarta-do-cartucho a estas proteínas.

Uso de Baculovirus para o controle de pragas

De fato, a classificação dos vírus ainda é muito discutida nos dias atuais, já que estes são seres parasitas intracelulares obrigatórios que utilizam a estrutura da célula hospedeira para replicar o seu material genético, pois não possuem célula e metabolismo próprio e são formados por só um tipo de ácido nucléico e proteínas (Castro *et al.*, 2020).

Conforme Cruz (1995) os vírus contaminam os insetos por via oral, quando são ingeridos junto com os alimentos como folhas e caules contendo as partículas virais. Outra forma de contaminação que pode ocorrer é através de picadas de parasitoides e predadores contaminados com as partículas virais.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

De acordo com Sosa-Gómez, Ardisson-Araujo e Ribeiro (2022) o aumento do uso de bioinseticidas a base de vírus para o controle de pragas em diferentes culturas, está diretamente relacionado com a crescente preocupação e apelo contra a poluição ambiental e riscos a saúde humana devido ao intenso uso de inseticidas químicos.

De acordo com Castro *et al.* (2020) e Sosa-Gómez, Ardisson-Araujo e Ribeiro (2022) entre as famílias de vírus já classificadas, os Baculovirus são os mais conhecidos como causadores de doenças de insetos, e recebem este nome devido ao formato de bastão dos seus nucleocapsídeos. Além disso uma das principais vantagens do uso de Baculovirus é o fato de ser um agente seguro tanto para humanos como para outros animais vertebrados e invertebrados.

A família baculoviridae, é dividida em 4 gêneros, sendo a classificação e diferenciação feita através do seu fenótipo e com a classe de artrópodes específicos que estes vírus hospedam. O formato da cápsula proteica também divide os baculovirus em dois grupos, os Nucleopoliedrovirus (NPVs) em formato de poliedros e, os Granulovirus que tem o formato de grânulo. O ciclo de infecção do baculovirus é binário, por possuir duas estruturas virais envelopados em forma de bastonete, que são os ODVs que provocam a infecção inicial e que também são chamados de corpos de oclusão, por serem as estruturas proteicas que protegem as partículas virais, além dos Vírus Brotados (BVs) que se espalham no intestino e fazem a infecção sistêmica no corpo do inseto, de célula para célula.

Como já mencionado, cada gênero de baculovirus possui uma especificidade de classe de insetos que acometem, o que se tornou um dos pontos-chaves para seu emprego no controle biológico. Como é o caso do gênero *Alphabaculovirus*, hospedeiro específico de lepidópteros, que possui os OBs em forma de poliedro, a exemplo do *Baculovirus Spodoptera frugiperda* (SfNPV). Estes OBs, são estruturas proteicas e cristalinas que abrigam as partículas virais que fazem a infecção, além de proteger as mesmas de adversidades do ambiente, como radiação solar, variação de temperatura, dissecação e diferenças de pH (Castro *et al.*, 2020; Hussain *et al.*,



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

2021; Sosa-Gomez; Ardisson-Araujo; Ribeiro, 2022).

De acordo com Valicente e Tuelher (2009) dentro do gênero dos NPVs ainda ocorrem dois grupos distintos morfológicamente, isso porque temos vírus com somente um capsídeo dentro dos envelopes virais (SNPV) e os vírus com múltiplos capsídeos dentro do mesmo envelope viral (MNPV), como é o caso do *Baculovirus spodoptera frugiperda*.

É importante ressaltar que os Baculovirus, dentro de um gênero, possuem as partículas virais com genótipos iguais, mas se diferem no fenótipo na questão de morfologia e composição proteica, origem dos envelopes virais, forma de penetração na célula hospedeira e infectividade do vírus. Ou seja, ao verificar a imagem dos poliedros virais no microscópio, de diferentes espécies, como *Baculovirus spodoptera frugiperda* e *Baculovirus chrysodeixis includens*, não será possível designar qual é qual (Castro *et al.*, 2020).

Uma das características interessantes do Baculovirus é a capacidade deste agente de causar uma doença generalizada à uma população de insetos (epizootia) isso porque larvas mortas representam uma grande fonte de inóculo no ambiente, além de que outros insetos e pássaros podem se alimentar dessas larvas e dispersar as partículas virais no ambiente e para locais até mais distantes. Os corpos de oclusão permanecem no solo em estado dormente e viáveis por muito tempo (Castro *et al.*, 2020).

***Baculovirus spodoptera frugiperda* (SfNPV)**

De acordo com Hussain *et al.* (2021) o gênero alfabaculovirus possui uma alta especificidade de acometer artrópodes da classe Lepidoptera, tendo como exemplos o gênero *Spodoptera* spp., entre os quais pode se citar *Spodoptera frugiperda* (SfMNPV), *Spodoptera exigua* (SeMNPV), e *Spodoptera littoralis* (SpliNPV).

A partir do momento em que o inseto ingere os OBs, o pH altamente alcalino do seu intestino médio (entre 8 a 11), dissolve o cristal e libera as partículas virais denominadas de Vírus Derivado de Oclusão (ODVs), são estes que realizam a

infecção primária nas células de revestimento do intestino, gerando assim um outro tipo viral o vírus brotado (BV) que infecta e se dissemina nos demais tecidos do inseto. Após uma grande produção de BVs, novamente ocorre a transição para a produção de ODVs que serão armazenados nos poliedros virais (OBs), encerrando, a infectividade do vírus. Estes OBs são armazenados no núcleo da célula, gerando sua morte e degradação, gerando assim as alterações morfológicas no inseto, como a perda de apetite, perda de movimentação e descoloração do tegumento ou então comumente ficando de cor rosada (Figura 3). À medida que avança a doença no inseto, os OBs são liberados na hemolinfa e o corpo dos mesmos fica murcho, e as lagartas geralmente apresentam o hábito de subir para o topo da planta. Após o rompimento da cutícula que ocorre de 5 dias a 3 semanas após a infecção, ocorre a liberação no ambiente, destes OBs, que podem gerar a transmissão horizontal em novos insetos (Valicente; Tuelher, 2009; Castro *et al.*, 2020; Sosa-Gomez; Ardisson-Araujo; Ribeiro, 2022).

Figura 3 - Lagarta de coloração rosada característica da infecção por *baculovirus spodoptera frugiperda*.



Fonte: De autoria própria (2023).



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Produção e formulação do Baculovirus *Spodoptera frugiperda*

De acordo com Soza-Gómez, Ardisson-Aruaujo e Ribeiro (2022) para iniciar o processo de produção e replicação do baculovírus, é necessário que se conheça bem as técnicas de criação do inseto hospedeiro e seu ciclo de vida, visto que o vírus necessita de uma célula hospedeira viva para replicar seu material genético. As unidades de criação devem ser bem projetadas que facilitam os processos de criação e de limpeza, já que a assepsia e higiene do local deve ser constante, além de estar distantes ou bem separadas do local de produção e replicação do baculovírus. O controle da temperatura e umidade também deve ser constante para evitar atrasos no ciclo ou o ressecamento da dieta artificial.

Para a produção de baculovírus é necessário que se defina uma concentração da solução matriz de inóculo e o estágio de desenvolvimento da lagarta para a inoculação, pois lagartas muito pequenas ou muito grandes podem afetar a produção de vírus. Para a produção de produtos formulados de baculovírus deve-se dar também uma atenção especial ao ingrediente inerte usado na formulação, visto que estes podem auxiliar na proteção do agente viral por mais tempo, protegendo-o de contaminantes, da luz solar e de exsudatos vegetais, além de ajudar na fixação do produto na planta (Sosa-Gomez; Ardisson-Araujo; Ribeiro, 2022).

Ressaltando a necessidade de criação das lagartas de *Spodoptera frugiperda* para a replicação in vivo do *Baculovirus Spodoptera*, a descoberta de isolados específicos, que não provocam o rompimento do tegumento logo após a morte da lagarta, permitiram a produção em larga escala deste bioinseticida. A produção de formulados de baculovírus necessita da criação paralela do inseto hospedeiro, que deve ser inoculado com a solução matriz do vírus e submetido a dieta artificial até apresentar os sintomas de infecção e morrer. Já o processo de formulação de bioinseticidas a base de baculovírus é dividido em algumas etapas, que são o processo de seleção e coleta das larvas mortas com sintomas característicos, a



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

maceração das lagartas coletadas e a adição do ingrediente inerte, a secagem do formulado de baculovírus, após a secagem ocorre a trituração do material e posterior embalagem do produto final pronto (Valicente; Tuelher; Barros, 2010A).

Conforme Valicente, Tuelher e Barros (2010B) o uso de hospedeiro alternativo para a produção de baculovirus *Spodoptera* também é possível, sendo que os autores sugerem o uso de *Spodoptera eridania* como uma boa alternativa, visto que esta espécie não possui o hábito canibal como ocorre com a *S. frugiperda*. O uso de hospedeiro alternativo pode trazer vantagens como a criação massal em um espaço mais reduzido, já que as lagartas podem ser criadas em recipientes de 50 a 100 lagartas durante todo o ciclo, não necessitando também da mão de obra para individualiza-las.

De acordo com Wilson *et al.* (2020) novas tecnologias de proteção do baculovírus contra a degradação pela radiação ultravioleta (UV), podem ser uma alternativa para aumentar o tempo de vida do baculovírus e evitar perdas por fotodegradação e manter a efetividade após o produto ser aplicado. Conforme os autores, reduzindo as perdas por fotodegradação, além de manter a efetividade do baculovírus, pode aumentar o uso destes produtos a campo.

Novas perspectivas de uso e formulações de *Baculovirus spodoptera* spp

De acordo com Mweke *et al.* (2023) em um estudo avaliando a viabilidade de reciclar lagartas de *S. frugiperda*, infectadas com Baculovirus *Spodoptera littoralis*, para aplica-las novamente em manejos posteriores, apresentou resultados parecidos às parcelas tratadas com inseticidas químicos, trazendo assim um benefício da segurança a saúde humana, proteção ambiental e benefício ecológico devido a sua especificidade em relação a organismos não alvo. Porém os autores também destacam a importância dos agricultores em compreender que os vírus tem uma ação mais lenta, não tendo o efeito imediato de choque como os inseticidas químicos, por isso será necessário fazer um manejo mais antecipado e precoce da praga.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Já em outro trabalho realizado por Cuartas-Otálora *et al.* (2019) foram avaliadas diferenças de eficácia de formulações de misturas de baculovirus *Spodoptera frugiperda* nucleopoliedrovirus (SfMNPV) com baculovirus *Spodoptera frugiperda* granulovirus (SfGV), onde pode-se observar que é possível produzir formulações que apresentam uma maior eficácia e formulações que apresentam menor tempo médio para a morte do inseto. Em seu trabalho, os autores testaram a dose letal DL_{50} de 5 formulações contendo, somente SfMNPV, somente SfGV e misturas M1 com 90% de SfMNPV e 10% de SfGV, M2 com 95% de SfMNPV e 5% de SfGV e M3 com 97,5% de SfMNPV e 2,5% de SfGV. As lagartas de *S. frugiperda* foram inoculadas em laboratório no segundo instar e submetidas a dieta semi sintética a base de gérmen de trigo em ambiente controlado de 25°C e umidade relativa do ar (UR) de 60% e fotoperíodo de 12/12h, após as aplicações das misturas as avaliações de mortalidade seguiram diariamente até a obtenção dos resultados (Quadro 2).

Quadro 2 - Avaliação da DL_{50} , potência relativa, e tempo médio até a morte de *S. frugiperda* por SfMNPV e SfGV e suas misturas em lagartas de 2º instar.

Tratamento	DL_{50} (OBs/mL)	Potência relativa	Tempo médio até a morte
SfMNPV	$2,05 \times 10^5$	-	7 dias
SfGV	$4,65 \times 10^5$	0,44	29 dias
M1	$4,30 \times 10^4$	4,76	4 dias
M2	$5,87 \times 10^4$	3,49	4 dias
M3	$1,80 \times 10^4$	11,40	3 dias

Fonte: Adaptado de Cuartas-Otálora *et al.* (2019).

Conforme Cuartas-Otálora *et al.* (2019) houve diferença significativa na potência relativa das misturas de SfMNPV com SfGV em relação as formulações com estes agentes individualmente, tendo como a mistura M3 por exemplo 11,40



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

vezes mais potente em relação ao baculovirus *Spodoptera frugiperda* nucleopoliedrovirus isolado. Da mesma forma também houve diferença significativa no tempo médio até a morte do inseto onde novamente o a mistura M3 apresentou melhor resultado, mas com diferença significativa apenas para o *S. frugiperda* nucleopoliedrovirus e *S. frugiperda* granulovirus.

De acordo com Slavicek (2012), Cuartas-Otálora *et al.* (2019) e Hussain *et al.* (2021) a mistura de GVs e NPVs gera um sinergismo, aumentando a eficiência e a atividade inseticida. Os autores atribuem essa melhoria às proteínas com maior afinidade à membrana peritrófica (PM) alterando assim a permeabilidade desta membrana, o que pode tornar essas misturas uma ferramenta muito útil para novas formulações comerciais.

Conforme Hussain *et al.* (2021) novas formulações comerciais de misturas de diferentes isolados de baculovirus de diferentes hospedeiros, também se tornam uma alternativa a ser estudada para o futuro, visto que estas misturas podem ajudar a reduzir custos e reduzir o número de aplicações necessárias para controlar múltiplas pragas. Esta ação pode gerar resultados semelhantes aos produtos químicos, porém sem causar danos à saúde humana e ao ambiente.

Metodologia

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o controle de *Spodoptera frugiperda* em Milho (*Zea mays*) através do uso de *Baculovirus spodoptera*. A metodologia de pesquisa utilizada foi dividida em duas etapas sendo a primeira de caráter experimental, para avaliar a eficiência do controle de *Spodoptera frugiperda* com o Baculovirus, em comparação ao uso de um inseticida químico, e a segunda parte em forma de estágio supervisionado nas dependências da empresa onde foram montados testes em casa de vegetação e em laboratório, além do acompanhamento de atividades voltadas a produção de baculovirus e atividades do dia a dia da empresa.

A etapa experimental da pesquisa foi realizada no período entre os dias 22 de



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Agosto ao dia 8 de Outubro de 2023 em São João do Oeste - SC, em parceria com a empresa CL Empreendimentos. A segunda etapa foi realizada na forma de estágio curricular obrigatório no período entre o dia 16 de outubro ao dia 14 de Novembro de 2023 na sede da empresa CL Empreendimentos em Piracicaba - SP.

Experimentação de campo

A experimentação a campo teve como principal objetivo avaliar a eficiência do produto a base de *Baculovirus Spodoptera frugiperda* (Destroyer) no controle da Lagarta-do-cartucho no milho, e também sua eficiência em relação a um inseticida químico em duas variedades de milho Bt e uma variedade convencional.

O experimento foi montado com 3 tratamentos e 3 repetições, porém o mesmo experimento foi repetido com 3 híbridos de milho com tecnologias Bt diferentes conforme está representado na Quadro 3.

Quadro 3 - Tratamentos realizados para cada híbrido.

Nº	Tratamentos	Ingrediente ativo (i.a)	Volume de calda (L/ha)	Dose (g/ha)	Variedade de milho
T1R1	Testemunha	-	-	-	Convencional
T1 R2	Testemunha	-	-	-	Tecnologia PRO3
T1R3	Testemunha	-	-	-	Tecnologia VIP3
T2R1	Destroyer	(SfNPV)	120 L	100 g	Convencional
T2R2	Destroyer	(SfNPV)	120 L	100 g	Tecnologia PRO3
T2R3	Destroyer	(SfNPV)	120 L	100 g	Tecnologia VIP3
T3R1	Larvin	Tiodicarbe	200 L	150 g	Convencional



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

T3R2	Larvin	Tiodicarbe	200 L	150 g	Tecnologia PRO3
T3R3	Larvin	Tiodicarbe	200 L	150 g	Tecnologia VIP3

Fonte: De autoria própria (2023).

A estrutura do experimento foi organizada em forma de blocos casualizados, individualmente para cada variedade de milho a fim de facilitar a operação de semeadura bem como o manejo e avaliações seguintes, conforme mostra o Quadro 4.

Quadro 4 - Estrutura do experimento realizado a campo.

Tratamento Milho NK 520 Viptera 3		Tratamento Milho AG 8690 PRO3		Tratamento Milho SHS Super RR	
D	L	D	L	D	L
T	D	T	D	T	D
L	T	L	T	L	T
D	L	D	L	D	L
T		T		T	

Fonte: De autoria própria **T**: Testemunha; **D**: Destroyer; **L**: Larvin 800 WG

As parcelas foram constituídas por 8 linhas espaçadas em 0,60 cm e com 8 metros de comprimento (4,20 x 8,00) e o espaçamento entre as parcelas foi de 1,5 metros em todos os sentidos. A densidade de semeadura foi de 4,7 sementes por metro para todas as variedades, da mesma forma a adubação de base foi de 350 Kg/ha de 10.25.12 e adubação de cobertura de 400 Kg/ha de Ureia Plus 45.00.00, sendo igual para todos os tratamentos e variedades.

Com o intuito de garantir a presença de *Spodoptera frugiperda*, foi feita a
~ 220 ~



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

infestação da praga nas plantas de milho de todos os tratamentos do experimento. A infestação foi feita nas 4 linhas centrais respeitando também a borda de 1 metro na parte frontal e final da parcela. Para a infestação fez-se o uso da bazuca para colonizar o cartucho das plantas de milho com cerca de 10 lagartas de *Spodoptera frugiperda* neonatas. Devido a questões favoráveis de clima na região de condução do experimento, houve também uma grande pressão natural de ocorrência da praga, o que fez com que fossem registradas altas densidades de lagartas por planta de milho.

Em 5 dias após a infestação das plantas de milho com as lagartas, foram feitas as aplicações do inseticida químico (Tiodicarbe) na dose de 150 g/ha com uma calda de 200 L/ha, e a primeira aplicação do inseticida biológico a base de baculovirus *Spodoptera frugiperda* na dose de 50 g/ha com calda de 120 L/ha. A segunda aplicação do Baculovirus foi feita em 7 dias após a 1ª aplicação (DAP1ª), nas mesmas condições e doses da primeira aplicação.

Para o preparo da calda encheu-se o tanque com cerca de 1/3 do volume utilizado, fez-se a adição do produto, a mistura até a completa diluição, além da adição de adjuvante espalhante de origem vegetal na dose de 0,25% v/v e em seguida completou-se o volume com água. A calda foi aplicada logo após a mistura, mantendo a agitação contante também durante a aplicação e as aplicações foram feitas sempre antes da noite, em horário mais fresco, e com equipamento costal, manual, provido de bico leque.

A partir de então seguiu-se com as avaliações de dano ocorrido conforme a escala Davis específica para a cultura, usando a mesma metodologia para todos os tratamentos do experimento. As avaliações de dano foram feitas nos dias 3, 6, 9, 12 dias após a infestação com as lagartas em ambos os tratamentos, levantando os dados para fazer a posterior análise. Avaliou-se sempre 10 plantas por parcela, identificadas anteriormente, e se fez a avaliação somente das 3 folhas centrais do cartucho para acompanhar a evolução do dano ocorrido.

Também foram feitas as avaliações de eficácia dos controles e para esta



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

avaliação se fez a contagem da população de lagartas por planta antes da aplicação (dia 0) e nos dias 3 e 7 após a 1ª aplicação, e aos 3º dia após a segunda aplicação. Para esta contagem da população de *S. frugiperda*, foi feita a destruição de 5 plantas de cada tratamento em cada avaliação onde foi feita a avaliação da população de lagartas em cada tratamento.

Experimentação em casa de vegetação

Já a segunda parte da pesquisa foi realizada na forma de estágio supervisionado nas dependências da empresa CL Empreendimentos, em Piracicaba – SP. Neste período de estágio acompanhou-se todo o processo produtivo do *Baculovirus Spodoptera*, avaliações de eficiência, controle de qualidade, assim como também o acompanhamento de outros processos de produção, criação e replicação de Baculovirus, além da criação de pragas como insumos biológicos para experimentos.

Além disso, para ter um comparativo em relação ao experimento realizado em campo, foi montado um experimento similar de avaliação da eficácia do produto e nível de dano por lagarta-do-cartucho em milho, em casa de vegetação. O ensaio foi repetido com os mesmos tratamentos e as mesmas variedades de milho. Para o experimento foi realizado a semeadura do milho em vasos, com 4 sementes por vaso, fazendo-se o desbaste em seguida para deixar duas plantas. Para cada tratamento utilizou-se 10 vasos.

Para não interferir nos outros ensaios dentro da casa de vegetação, neste experimento fez-se a aplicação do produto químico e do *Baculovirus Spodoptera* fora da casa de vegetação, antes de fazer a infestação com as lagartas, e logo em seguida, no mesmo dia foi feita a infestação. Por ser um ambiente controlado, a infestação com lagartas foi feita de forma artificial, com 3 lagartas neonatas por planta de milho. A segunda aplicação de Baculovirus foi feita em 4 dias após a 1ª aplicação.

As avaliações de dano seguiram a mesma metodologia ao experimento



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

realizado em campo, também nos dias 3, 6, 9 e 12 conforme a escala Davis específica para a cultura. A avaliação de eficácia não foi feita no experimento em casa de vegetação devido a pouca quantidade de plantas usadas no ensaio.

Apresentação e discussão dos dados

Após a implantação do campo experimental em São João do Oeste, iniciaram-se as avaliações do nível de dano, conforme a escala Davis, específica para a cultura, além da contagem da população de lagartas presentes em cada tratamento, para determinar a eficácia de controle pelos produtos e em conjunto com as tecnologias *Bt* empregadas. A avaliação foi feita sempre em 10 plantas por tratamento, identificadas anteriormente para acompanhar a evolução dos danos em cada planta com seus respectivos tratamentos (Figura 5), sendo esses dados planilhados para fazer a posterior análise estatística.

Figura 4 - Identificação das plantas avaliadas e dos tratamentos de cada parcela.



Fonte: De autoria própria (2023).



O Quadro 5 apresenta os dados já compilados, onde foi feita a média de dano das 10 plantas avaliadas de cada tratamento, conforme a escala Davis específica para a cultura nos respectivos dias 3, 6, 9 e 12 após a 1ª aplicação de baculovirus e a aplicação do inseticida químico.

Quadro 5 - Nota média de dano conforme a escala Davis de cada tratamento no experimento de campo.

Nota média de Dano – Campo					
Híbrido	Tratamento	Dia 3	Dia 6	Dia 9	Dia 12
Santa Helena Super RR	T1- Testemunha	4,3	6,1	6,8	6,8
	T2- Destroyer	3,3	4,2	4,2	4,9
	T3- Larvin	3,2	4,0	3,9	4,5
Agroceres 8690 PRO3	T1- Testemunha	2,3	3,2	4,6	5,5
	T2- Destroyer	2,7	3,9	4,4	4,5
	T3- Larvin	2,3	3,2	4,1	4,7
NK 520 VIP3	T1- Testemunha	0,7	1,5	1,2	0,8
	T2- Destroyer	0,6	1,4	1,3	0,8
	T3- Larvin	0,6	1,4	1,3	0,8

Fonte: De autoria própria (2023).

Pelo fato de se tratar de um material convencional sem qualquer tipo de tecnologia Bt, as maiores notas médias de dano foram observadas nas parcelas do híbrido Santa Helena Super RR, sendo esse dano ainda mais acentuado nas parcelas de testemunha que não receberam qualquer tipo de tratamento inseticida. Da mesma forma, no híbrido PRO3 a parcela testemunha também apresentou um dano médio significativamente maior em relação às parcelas com os tratamentos com Destroyer e Larvin.

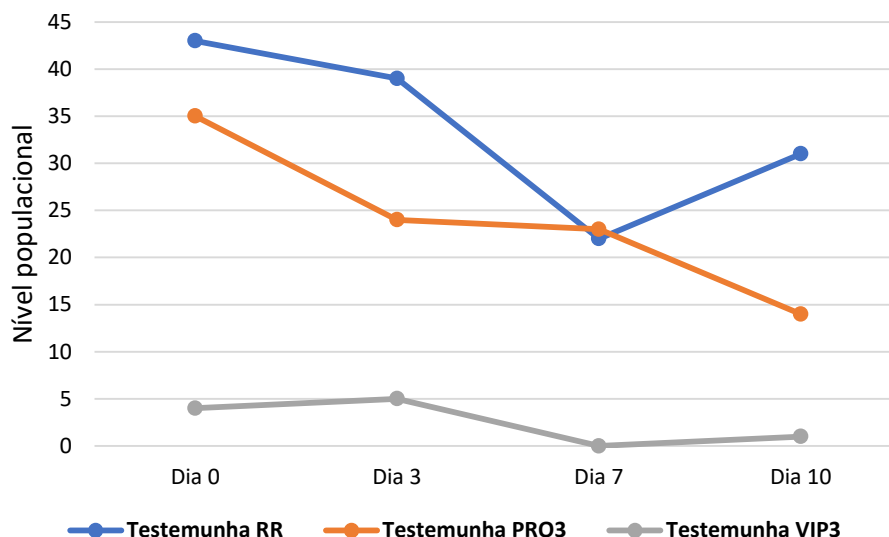
Analisando somente as notas médias das parcelas testemunhas dos 3 híbridos, durante as 4 avaliações feitas é possível ver nitidamente que desde o início



das avaliações a nota média de dano da testemunha do híbrido RR, foi maior mantendo-se assim até o final das avaliações, da mesma forma a testemunha do híbrido VIP3 foi significativamente menor em todas as avaliações. Estes resultados comprovam a influência da proteína inseticida presente nos híbridos Bt PRO3 e VIP3 no controle da Lagarta-do-cartucho.

Na figura 5 podemos ver pelos dados levantados, a dinâmica da população de lagartas presentes nos tratamentos testemunhas de cada híbrido, o que explica também o nível de dano médio, observado no gráfico acima. Os aumentos de população observados no gráfico, são explicados pela infestação natural que ocorreu no ambiente, já que este foi favorável durante o período em que o experimento foi realizado. Pela flutuação populacional, também é possível ver bem a diferença que ocorreu no nível populacional, de acordo com a tecnologia Bt empregada, sendo a proteína Bt presente no VIP3 a mais eficiente.

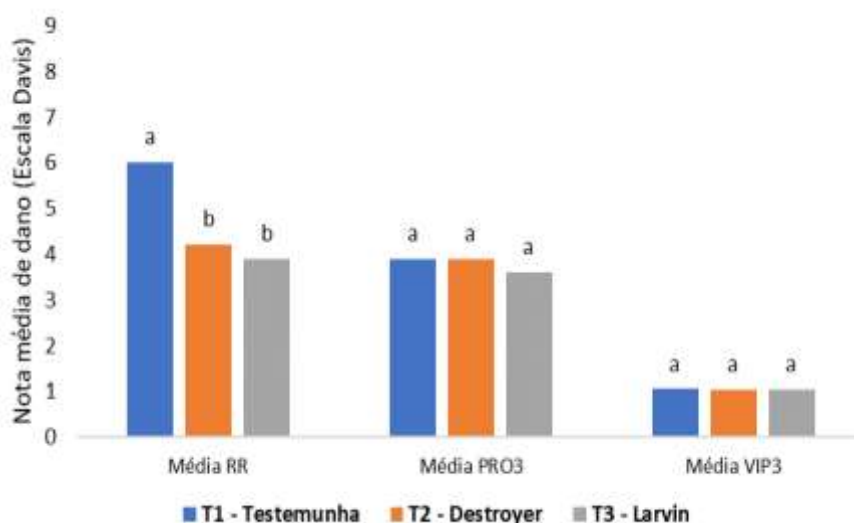
Figura 5 - Flutuação populacional da *S. frugiperda* nas testemunhas dos 3 híbridos campo.



Como mostrou a Figura 5, o maior nível populacional foi atingido nas parcelas de testemunha do híbrido RR, o que pode explicar também o fato de que foram

observadas as maiores notas médias de dano, alcançando nota 6,8 na escala Davis de dano para a cultura do milho, isso se dá ao fato de se tratar de um híbrido convencional sem qualquer tipo de proteção contra insetos. Pois a medida que foram feitos os tratamentos, já ocorreu uma significativa melhora nas notas de dano, tanto no tratamento com Destroyer como também no tratamento com Larvin, o que é mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Médias de dano conforme cada híbrido e tratamentos realizados a campo



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

Analisando especificamente as tecnologias PRO3 e VIP3 de proteção contra insetos, observa-se que a diferença na nota média de dano, não gerou diferença significativa em análise pelo teste de Tukey 5%.

Já nas parcelas do híbrido de milho com tecnologia Bt Viptera 3, houve um dano reduzido nas plantas, tanto nas parcelas testemunhas como naquelas onde foram feitos os tratamentos, o que nos mostra que a tecnologia Bt Viptera 3 ainda apresenta uma boa eficiência no controle da *S. frugiperda*. Isso ocorreu pelo fato de



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

que as lagartas infestadas artificialmente foram criadas em laboratório e não possuem qualquer tipo de resistência a esta proteína inseticida, da mesma forma que a população natural de *S. frugiperda* que também esteve presente no ensaio de campo, também apresentou pouca ou nenhuma resistência a Lagarta-do-cartucho.

Porém de acordo com o Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD) (2023) a resistência de lagartas de *Spodoptera frugiperda* à proteína presente na tecnologia Viptera 3 já foi selecionada em laboratório no ano de 2018, e no ano de 2021 tivemos o primeiro caso registrado de resistência evoluída a campo presente nesta tecnologia, que ocorreu no estado do Texas (EUA). Este caso de resistência a esta proteína nos mostra que não podemos basear todo o nosso programa de controle biológico sobre esta tecnologia, e sim aliar as ferramentas para poder preservar todas elas por mais tempo.

Como já esperado, os resultados do experimento realizado em casa de vegetação foram muito semelhantes, porém nesse caso a discrepância entre os dados do híbrido convencional em relação aos híbridos com tecnologia *Bt* foi maior (Figura 8), o que nos mostra mais uma vez que a população de lagartas de *S. frugiperda* infestadas artificialmente, possui tolerância à tecnologia *Bt* PRO3 e nenhuma tolerância à tecnologia VIP3. Tanto é que na tecnologia VIP3, o dano médio das plantas amostradas, chegou a zero a partir do 9º dia de avaliação (Quadro 6), o que nos mostra que a tecnologia por si só, conseguiu fazer um controle eficiente da Lagarta-do-cartucho.

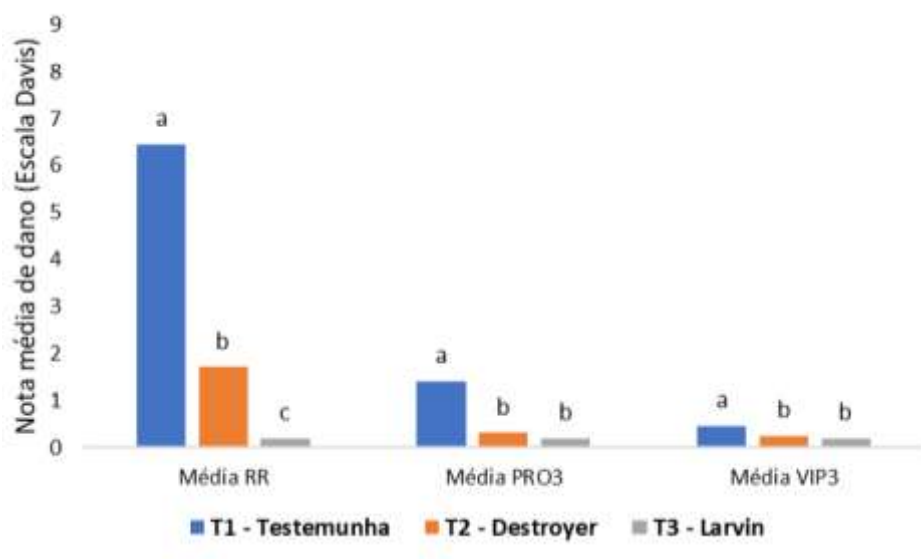
Quadro 6 - Nota média de dano de cada tratamento no experimento em casa de vegetação.

Nota média de Dano - Casa de Vegetação					
Híbrido	Tratamento	Dia 3	Dia 6	Dia 9	Dia 12
Santa Helena Super RR	T1- Testemunha	3,88	6,27	7,61	8
	T2- Destroyer	1,85	1,75	1,7	1,55
	T3- Larvin	0,3	0,25	0,1	0,15

Agroceres 8690 PRO3	T1- Testemunha	1,2	1,7	1,25	1,45
	T2- Destroyer	0,85	0,4	0	0
	T3- Larvin	0,25	0,5	0	0
NK 520 VIP3	T1- Testemunha	0,9	0,95	0	0
	T2- Destroyer	0,9	0,05	0	0
	T3- Larvin	0,5	0,25	0	0

Fonte: Do autor (2023).

Figura 7 – Médias de dano conforme cada híbrido e tratamentos realizados em casa de vegetação



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

As notas médias de dano nas plantas do híbrido Super RR apresentaram grande diferença entre as plantas testemunhas, sem nenhum tratamento, em relação as plantas onde foram realizados os tratamentos com o baculovirus e o produto químico. Nas plantas de testemunha, as injúrias causadas pela Lagarta-do-cartucho foram severas, tendo diversas plantas que alcançaram nota nove na escala Davis de dano e chegando a uma média de dano de nota 8 no 12º dia de avaliação,



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

o que prova mais uma vez o poder de destruição desta praga.

Analisando os dados levantados da tecnologia Bt PRO3, os danos da parcela testemunha seguiram ocorrendo durante todo o período de avaliação, mesmo sendo baixos, não alcançando nem o nível de controle conforme a escala Davis. Porém, também é possível observar que nos tratamentos feitos com baculovirus e Larvin, os danos foram menores ainda, chegando ao nível zero, o que prova que apesar da tecnologia Bt usada, a aplicação destes produtos apresentou melhor resultado.

Já no híbrido VIP3 a influência da proteína Bt com ação inseticida foi muito grande e acabou comprometendo a obtenção de resultados nas plantas com esta tecnologia. O pouco dano que se observou nestas plantas, se resume na necessidade da lagarta de se alimentar da folha de milho para então se intoxicar com a proteína inseticida presente na planta, tanto é que alguns pequenos danos foram observados somente nas duas primeiras avaliações.

Considerações finais

Indiferentemente do híbrido de milho utilizados, podemos observar nos quadros 5 e 6 que os tratamentos tanto com o produto químico, como os tratamentos com o baculovirus, apresentaram notas de dano médio, conforme a escala Davis, muito semelhantes. O que nos mostra que o baculovirus SfNPV é uma ferramenta interessante para o controle da Lagarta-do-cartucho, com desempenho semelhante ao controle químico testado.

Importante destacar que no experimento realizado no campo houve grande influência da infestação natural de Lagartas-do-cartucho, da mesma forma como ocorreu na região onde o ensaio foi conduzido em que tivemos diversas lavouras com danos econômicos provocados pela praga. A infestação natural ocorreu durante todo o período das avaliações, já que foram identificadas lagartas neonatas durante os 12 dias que se sucederam após os tratamentos iniciais.

Vale ressaltar que os ambientes em que os experimentos foram conduzidos apresentaram certas diferenças, pois o experimento de campo foi realizado em uma



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

época com grandes variações de temperatura, que influenciaram no desenvolvimento do híbrido e no ciclo da Lagarta-do-cartucho. Já o experimento em casa de vegetação estava em um ambiente um pouco mais controlado, com temperatura constante, o que acelerou o desenvolvimento do milho e da *S. frugiperda*.

REFERÊNCIAS

CAPINERA, J. L. ***Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. Featured Creatures. Entomology e Nematology Department. University of Florida. Disponível em: <https://www.dpi.nsw.gov.au/biosecurity/plant/insect-pests-and-plant-diseases/fall-armyworm>. Acesso em: 18 Novembro 2023.

CASTRO, M. E. B.; RIBEIRO, B. M.; CRAVEIRO, S. R.; INGLIS, P. W.; VALICENTE, F. H. Controle de artrópodes-praga com vírus entomopatogênicos. *In*: FONTES, E. M. G; INGLIS, M. C. V. (editoras técnicas). **Controle biológico de pragas da agricultura**. 1 ed. EMBRAPA. Brasília, DF. 2020. p. 237-274.

CROPLIFE BRASIL. **O milho Bt no Brasil: não podemos esquecer da revolução que ele provocou na cultura**. CropLife Brasil. 2021. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/o-milho-bt-no-brasil/>. Acesso em: 26 Novembro 2023.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Circular técnica n° 21. EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas, MG. 1995.

CUARTAS-OTÁLORA, P. E.; GÓMEZ-VALDERRAMA, J. A.; RAMOS, A. E.; BARRERA-CUBILLOS, G. P.; VILLAMIZAR-RIVERO, L. F. **Bio-Insecticidal Potential of Nucleopolyhedrovirus and Granulovirus Mixtures to Control the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Viruses. Basel, Suíça. 2019.

DEPARTAMENTO DE INDÚSTRIAS PRIMÁRIAS DE NOVA GALES DO SUL.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Lagarta do cartucho do outono. Governo de Nova Gales do Sul. Austrália. 2020.

Disponível em: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm. Acesso em: 18 Novembro 2023.

HUSSAIN, A. G.; WENNMANN, J. T.; GOERGEN, G.; BRYON, A.; ROS, V. I. D. **Viruses of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*: A Review with Prospects for Biological Control.** Viruses. Basel, Suíça. 2021.

IRAC Michigan State University. **Arthropod Pesticide Resistance Database.** Disponível em: <https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=200>. Acesso em: 07 Novembro 2023.

LOPES, S. R. **Estratégia de transferência de tecnologia para promover o controle biológico de insetos pragas em áreas agrícolas.** Belo Horizonte, MG. 2021.

MALEKERA, M. J.; ACHARYA, R.; MOSTAFIZ, M. M.; HWANG, H. S.; BHUSAL, N.; LEE, K. Y. **Temperature-Dependent Development Models Describing the Effects of Temperature on the Development of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).** Insects. Basel, Suíça, 2022.

MAPA. **Produção de grãos brasileira deve chegar a 390 milhões de toneladas nos próximos dez anos.** MAPA. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-brasileira-devera-chegar-a-390-milhoes-de-toneladas-nos-proximos-dez-anos#:~:text=Soja%2C%20milho%20de%20segunda%20safra,de%20hectares%20e m%202032%2F33>. Acesso em: 18 Outubro 2023.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; PAULA-MORAES, S. V.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. **African Entomology.** v. 26, n. 2. 2018. p. 286-300.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

MWEKE, A.; RWOMUSHANA, I.; OKELLO, A.; CHACHA, D.; GUO, J.; LUKE, B. **Management of *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith Using Recycled Virus Inoculum from Larvae Treated with Baculovirus under Field Conditions.** Insects. Basel, Suíça. 2023.

PLESSIS, H. D.; SCHLEMMER, M. L.; BERG, J. V. **The Effect of Temperature on the Development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).** Insects. Basel, Suíça 2020.

SLAVICEK, J. M. Baculovirus Enhancers and Their Role in Viral Pathogenicity. In: ADOGA, M. **Molecular Virology.** Rijeka, Croácia. 2012. p. 147-168.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; ARDISSON-ARAUJO, D. M.; RIBEIRO, B. M. Manejo de pragas com vírus entomopatogênicos. In: MEYER, M. C. *et al.* (editores técnicos). **Bioinsumos na cultura da soja.** 1 ed. EMBRAPA SOJA. Brasília, DF. 2022. p. 377-399.

SYNGENTA. **Cultivo de milho no Brasil:** evolução, desafios e inovações do mercado. Syngenta Brasil. 2023. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/noticias/cultivo-de-milho-no-brasil-evolucao-desafios-e-inovacoes-do-mercado>. Acesso em: 11 Outubro 2023.

SYNGENTA. **Lagarta-militar.** Portal Syngenta. 2021. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/noticias/glossario-de-alvos/lagarta-militar>. Acesso em: 22 Novembro 2023.

TAVARES. M. **Manejo Integrado da *Spodoptera frugiperda* no milho.** Promip. Piracicaba. São Paulo. 2019. Disponível em: <https://promip.agr.br/o-manejo-integrado-da-spodoptera-frugiperda-no-milho/>. Acesso em: 22 Novembro 2023.

TIBOLA, C. M.; VÍRUS DO BEM? SIM, ELES EXISTEM. **Linkedin.** 2020. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/v%C3%ADrus-do-bem-sim-eles-existem-cristiane-tibola/?originalSubdomain=pt>. Acesso em: 29 Outubro 2023.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S. **Controle Biológico da Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovírus.** Circular técnica n° 114. EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas, MG. 2009. 14p.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S.; BARROS, E. C. **Processo de Formulação do Baculovirus *Spodoptera* em Pó Molhável.** Circular técnica n° 156. EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas, MG. 2010A.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S.; BARROS, E. C. **Processo de Produção Comercial de Baculovírus em Grande Escala.** Circular técnica n° 157. EMBRAPA/CNPMS. Sete Lagoas, MG. 2010B.

WILSON, K.; GRZCYWACZ, D.; CURCIC, I.; SCOATES, F.; HARPER, K.; RICE, A.; PAUL, N.; DILLON, A. **A novel formulation technology for baculoviruses protects biopesticide from degradation by ultraviolet radiation.** Scientific Reports. 2020.