

CONTROLE BIOLÓGICO DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH, 1797) NAS CULTURAS DE SOJA E MILHO

PIMENTA, Gilvânia¹

RESUMO

O uso do controle biológico na agricultura é de grande importância para sociedade, pois propõe uma série de pilares para um manejo adequado e de qualidade. Uma vez que, faz parte desse controle o uso de bioinseticidas a base de baculovírus, que tem tomado uma proporção positiva por sua especificidade e compatibilidade com inimigos naturais e a segurança ao meio ambiente e aos humanos. Em virtude disso, os estudos acerca tiveram como objetivo avaliar a eficiência de duas variantes de *Spodoptera frugiperda* Multinucleopoliedrovirus (SfMNPV) utilizando folhas de soja, milho e dieta artificial no controle de *Spodoptera frugiperda*. A variante SfMNPV-01 causou maior mortalidade em dieta artificial (62,56%) comparado a folhas de soja (19,66%) e milho (16,02%), as últimas sem diferença estatística entre elas. Já a variante SfMNPV-02 não obteve um controle eficiente em distintas fontes de alimento, pois não possuía ação eficiente sobre praga, devido a uma sequência de fatores. Em dieta artificial (33,52%) a mortalidade ainda foi maior que em folhas de soja (7,34%) e milho (6,70%), mas não superou a variante SfMNPV-01. Estudos que avaliem a preferência alimentar, a quantidade de alimento ingerida pela lagarta e ineficiência da ação do vírus (SfMNPV-02) se fazem necessárias para desenvolver novas táticas no manejo de pragas.

Palavras-chave: Lagarta-do-cartucho. Manejo integrado de pragas. Monitoramento.

ABSTRACT

The use of biological control in agriculture is of great importance for society, as it proposes a series of pillars for proper and qualitative field management. Part of this control is in the use of baculovirus-based bioinsecticides, which has a positive side for its specificity and compatibility with natural enemies and safety for the environment and humans. This study aimed to evaluate the efficiency of two variants of *Spodoptera frugiperda* Multinucleopolyedrovirus (SfMNPV) using soybean leaves, corn and artificial diet in the control of *Spodoptera frugiperda*. The SfMNPV-01 variant induced higher mortality on artificial diet (62.56%) compared to soybean leaves (19.66%) and corn (16.02%), the latter without statistical difference between them. The SfMNPV-02 variant, on the other hand, did not result in efficient control in the different food sources, as it did not have efficient action on the pest, due to a series of factors. In artificial diet (33.52%) mortality was even higher than in soybean leaves (7.34%) and corn (6.70%), but it did not surpass the SfMNPV-01 variant.

[¹] Acadêmico(a) do 10º Período do Curso de Agronomia da FacMais. E-mail: gilvaniapimenta@aluno.facmais.edu.br

Studies that evaluate the food preference, the amount of food and virus ingested by the caterpillar and the causes of inefficiency of the variant SfMNPV-02 are necessary to develop new tactics in pest management.

Key words: Fall armyworm. Integrated pest management. Monitoring.

1. INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é uma espécie pertencente a ordem Lepdoptera e a família Noctuidae, com origem em regiões tropicais e subtropicais das Américas (Bateman et al., 2018). Apresenta alta dispersão e migrou para outros continentes rapidamente. Por ser uma praga polífaga, pode ser encontrada em diversas culturas totalizando mais de 106 espécies de plantas de diferentes famílias (Akeme, 2021). Atualmente é conhecida por ser uma das espécies de pragas mais destrutivas na cultura do milho e causa danos em outras culturas economicamente importantes como soja, algodão, sorgo, milheto, arroz, amendoim, entre outras (Boregas et al., 2013).

O principal método de controle de *S. frugiperda* continua sendo o controle químico e a utilização de plantas transgênicas (Bt), entretanto tais métodos de controle apresentam desvantagens como a probabilidade de ressurgência da praga, seleção de lagartas com maior resistência aos inseticidas, além da contaminação humana e ambiental através de inseticidas químicos (BARBOSA et al., 2015). Neste cenário, se faz necessário o uso de diferentes táticas de controle, associados ao químico, como por exemplo o controle comportamental e cultural, além do controle biológico.

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é responsável por uma parcela importante do controle de lagartas nas culturas do milho e da soja e engloba o controle biológico utilizando agentes microbianos (Dorneles, 2020). No Brasil, os inseticidas biológicos são divididos entre macrobiológicos (insetos, parasitoides e ácaros predadores) e microbiológicos (vírus, bactérias, fungos e nematóides) (Borsari & Claudino, 2019).

Em 1980 iniciou-se pesquisas com baculovírus através da identificação e coleta de lagartas contaminadas em campo e em seguida pelo isolamento do vírus e criação em escala do hospedeiro, tendo seu uso como inseticida

(VALICENTE; CRUZ, 1991). Estes inseticidas encontram-se registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e disponível no mercado.

O uso do baculovírus veio para somar no controle biológico e na agricultura, pois se trata de um produto de alta especificidade ao hospedeiro e não causa danos a outros organismos; alta seletividade, não afeta os inimigos naturais e a compatibilidade com outras ferramentas de controle em campo. Um dos baculovírus bastante utilizado é o que infecta a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Moscardi & Gómes, 1993) e o baculovírus da lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*, presente na cultura do milho sendo eficiente no controle das pragas (Valicente & Cruz, 1991).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de duas variantes de *Spodoptera frugiperda* Multinucleopoliedrovirus (SfMNPV) oferecidas a lagarta em diferentes fontes de alimento, sendo, soja, milho e dieta artificial de (Greene et al. 1976) no controle de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Spodoptera frugiperda*

2.1.1 Origem e dispersão

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) é um inseto filófago e cosmopolita, pertencente a ordem Lepidoptera e a família Noctuidae (Cruz, et al.1995; Luginbill, et al.1928; Moreira et al., 2003). A espécie *S. frugiperda* trata-se de uma praga extremamente voraz e polífaga. E essa denominação se dá pelo fato do grande número de hospedeiros, já que esta praga pode acometer mais de 353 variadas espécies de plantas relatadas e 76 famílias (Luginbill et al.,1928; Montezano et al., 2018). Mesmo que ainda apresente preferência alimentar por gramíneas como o milho, sorgo, arroz, cana-de-açúcar, trigo e milheto, também pode ser encontrada em plantas de outras famílias botânicas como no feijão, repolho, tomate, alface, amendoim,

batata, batata doce, espinafre, couve, abóbora, algodão e soja (Ali et al., 1989; Cruz, et al. 1995; Pogue, et al. 2002; Silva et al., 1968).

Originalmente este inseto-praga teve seus primeiros registros em 1797 na Geórgia, Estados Unidos, nas culturas de milho e sorgo, inicialmente registrada como *Phalaena frugiperda* e apesar de sua nomenclatura ter sido alterada por diversas vezes, consolidou-se como *Spodoptera frugiperda* (Cruz, et al. 1995). Atualmente há relatos da ampla distribuição desta espécie em todo continente americano e presente em grande parte de países tropicais e subtropicais.

Com a alta dispersão, rapidamente *S. frugiperda* invadiu a África, Ásia e Oceania (Montezano et al., 2018). Em 2016, foi identificada na Uganda pela primeira vez (Otim et al., 2018), e posteriormente detectada em países asiáticos, como a Índia (Mallapur et al., 2018), no Egito e China em 2019 e em 2020 encontrada em Israel, Jordânia e Austrália, ao chegar no oeste europeu teve sua primeira aparição na cultura do milho, presente nas Ilhas Canárias na Espanha em julho de 2020 (Piggott et al., 2021).

No Brasil as primeiras ocorrências de *S. frugiperda* foram relatadas, inicialmente em Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Distrito Federal (Leiderman; Sauer, et al. 1953). Em território brasileiro, onde há presença durante todo o ano, é considerada a praga de maior importância na cultura do milho, podendo causar perdas de 15 a 34% (Carvalho, et al. 1970).

2.1.2 Aspectos biológicos

A *Spodoptera frugiperda* é um inseto que possui seu ciclo de vida completo, ou seja, passa por quatro fases distintas (ovo, larva, pupa e adulto) (Cruz, et al. 1995). Os ovos são colocados de forma gregária normalmente em duas ou mais camadas, não possui local definido para sua oviposição na planta. E a quantidade de posturas depositadas pela fêmea pode variar bastante, podendo chegar em treze posturas por mariposa e com uma média por postura de 30 a 300 ovos (Freeman, et al. 1999). Sua coloração logo após a oviposição é verde-clara e próximo a eclosão das lagartas, escurecem devido a cabeça preta das larvas. Tem formato circular, com um diâmetro polar de 0,39

mm, são achatados e recobertos por uma camada fina e longa de escamas. A eclosão pode variar devido a temperatura, normalmente em média demora de 3 a 5 dias (Cruz, et al. 1995).

Ocorre cerca de 5 a 7 instares em seu período larval que dura em média 22 dias. Em seu primeiro instar (L1), apresenta corpo esbranquiçado e a cabeça com coloração preta, a larva nesse estágio mede cerca de 1,90 mm de comprimento. Não possuindo tempo definido para a troca de instares, pois este, depende da temperatura local e disponibilidade de alimento. A larva em seu segundo instar pode apresentar aspectos de canibalismo, pois se alimenta da casca dos ovos (Ávila et al., 1997; Grutzmacher et al., 2000). Durante sua troca de instares o tamanho e coloração da lagarta passam por mudanças. Em seu último instar, seu corpo mede aproximadamente 35mm, possui coloração marrom-acinzentada, tem como característica comum da espécie a presença de um Y invertido na cabeça e em seu último segmento apresenta quatro pontuações, a lagarta possui três pares de pernas torácicas e cinco pares de falsas pernas abdominais (Cruz, et al.1995).

Na fase de pupa compreende-se a pré-pupa, onde neste período a lagarta suspende sua alimentação, fica penetrada no solo, possui uma coloração alaranjada e tegumento transparente e não totalmente endurecido, sendo frágil, ficando progressivamente mais escura (Gallo, et al., 2002). Sua diferenciação sexual entre macho e fêmea pode ser vista antes mesmo da emergência do adulto e é feito através da pupa, a fêmea apresenta uma pequena fissura e o macho apresenta duas pontuações próximas, uma ao lado da outra. Essa fase pode durar entre 8 e 25 dias, dependendo da temperatura do ambiente (Miranda, et al. 2006).

Quando em sua fase adulta (mariposas), possuem hábito noturno, pois as condições de temperatura se tornam mais favoráveis para o acasalamento e oviposição. Seu comprimento mede cerca de 15 mm, o primeiro par de asas da fêmea tem aspecto opaco e escuro, enquanto o macho possui uma coloração mais definida. O segundo par de asas de ambos possui coloração clara com linhas marrons circulando-a (Cruz, et al. 1995).

2.2 Milho

O milho (*Zea mays L.*) é uma gramínea pertencente à família Poaceae. Seus primeiros relatos na agricultura são de mais de dez mil anos, tendo sua origem no continente americano, é a cultura responsável pela civilização dos maias, astecas e incas (Paterniani; Campos, et al. 2005). Atualmente é cultivada em praticamente todos os países devido sua capacidade polifítica que permite seu cultivo em diferentes continentes e tem como potências de sua produção o Estados Unidos da América, China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul, entre outros (Fornasieri Filho, et al. 2007).

Internacionalmente o milho é considerado uma cultura de grande relevância econômica, dispõe de uma posição de destaque entre as culturas produzidas mundialmente, pois além de possuir um alto valor nutricional tem seu custo relativamente baixo. Atualmente o Estados Unidos é o maior produtor com 360 milhões de toneladas prod2020, seguido pela China em segundo lugar com 260,7 milhões de toneladas uzidas em e o Brasil em terceiro lugar com uma produção de 109 milhões de toneladas (Abilho, et al.2021).

No Brasil o milho é uma das culturas de maior importância, sendo superado apenas pela produção de soja. É cultivado em todas as regiões do país, com destaque para a região Sul e Sudeste, essas possuíram a maior produção na safra de 2020/2021. Nas diferentes regiões do país, a produtividade pode variar bastante devido fatores climáticos e diferentes níveis da adoção de tecnologias por agricultores, o que reflete diretamente no volume da produção no Brasil. Nacionalmente obteve uma produção total (1^a, 2^a e 3^a safra) de 87,055 milhões de toneladas (Conab, et al. 2021).

Sendo assim, a cultura do milho e seu consumo são indispensáveis para a humanidade e a sua principal utilização é como fonte de energia através do amido presente em seus grãos. O qual também é consumido como matéria-prima em diferentes produtos, que possui cerca de 3.500 maneiras de utilização direta e indireta. Assim, seu uso se estende ao consumo industrial, sendo este responsável por 46,18% do consumo de milho no Brasil no ano de 2021. Além da produção de etanol com 37,75%, consumo “in natura” 8,23% e consumo humano com 7,82% (Abimilho, et al. 2021).

Desde o plantio até a colheita a cultura do milho é atacada por diversas pragas, tais como a Cigarrinha do milho (*Dalubulus maidis*), Percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus*), Broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea*

saccharalis), Lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), Lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*) e Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), essas podem atacar as raízes, colmos, folhas e espigas. A lagarta-do-cartucho é considerada como a praga mais prejudicial à cultura do milho, sua larva ataca a planta na fase vegetativa e na fase reprodutiva, podendo ser encontradas até 7 lagartas em uma única espiga (Cruz, et al.1995). Tais danos causam prejuízos estimados em US\$ 400 milhões por ano (Rosa, et al. 2012).

2.3 Soja

A soja (*Glycine max (L.) Merrill*) é uma leguminosa, pertencente à família Fabaceae, é uma planta anual e consumida em todo o mundo. Seu relato mais antigo se dá a mais de 2207 a.C, sendo considerada a espécie mais antiga cultivada pela humanidade. Sua origem apesar de várias discordâncias, teve início na China onde começou a ser cultivada e aos poucos sendo introduzida em outros países, como na Coreia e Japão (Morse, 1950).

Atualmente, o Brasil é considerado o maior produtor e exportador de soja no mundo. Embora, estando nessa posição, o Brasil começou a ser considerado como produtor de soja em 1949, devido à dificuldade de adaptabilidade da planta ao clima brasileiro e ao solo. A produção de soja na safra 2021/2022 foi estimada em 125,471 milhões de toneladas e sua exportação cerca de 77 milhões de toneladas, número o qual se reduziu em relação ao ano anterior devido ao foco na produção e exportação de óleo (CONAB, 2022).

O grão de soja é considerado um dos alimentos mais inteiros, o que desperta interesse mundial, não só pelo alto valor agregado a produção, mas também por seu elevado teor de proteínas, gorduras, vitaminas, sais minerais, entre outros nutrientes. Os produtos derivados da soja podem ter diversas utilizações, como por exemplo, grande parte do óleo extraído é usado para consumo de mesa e quase toda proteína vai para dieta animal (BONATO, 1987).

É inegável que na safra 2021/2022 algumas pragas apresentaram destaque que contribuíram com a perda na produção da cultura da soja, entre elas as principais são, o complexo de falsa medideira, em especial

Chrysodeixis includens e *Rachiplusia nu*, percevejos como o barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) e percevejo da soja (*Euschistus heros*), mosca branca (*Bemisia tabaci*) e Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (Marladete, et al. 2022). Na soja as lagartas cortam as plântulas rentes ao solo e alimentam-se das folhas e vagens, podendo causar a morte da planta (Ávila, et al. 2017; Barros et al., 2010). A lagarta-do-cartucho na soja causa prejuízos que podem chegar até 75,8% de perdas causadas pela desfolha, conseqüentemente a produtividade poderá ser reduzida em até 1.214 kg/ha (Maliszewski, et al. 2021).

2.4 Baculovírus

O controle de insetos-pragas, principalmente em grandes lavouras como no caso do cultivo do milho e da soja, tem o uso de inseticidas químicos, como método predominante para reduzir o risco de danos econômicos em lavouras. Embora, o controle químico seja importante para este fim, o uso de produtos de alta toxicidade e de amplo espectro pode resultar em efeitos adversos ao homem e ao ambiente (Moscardi & Souza, et al. 2002).

Atualmente existe uma série de fatores que influenciam positivamente o desenvolvimento e uso de bioinseticidas, por se tratar se produtos econômicos e que apresentam características como alta performance, menor toxicidade, baixo teor de resíduos e boa compatibilidade com o meio ambiente e aos organismos (Costa Neto & Brandão, et al. 2015). Dentre os métodos de controle biológico, destaca-se o uso de produtos à base de vírus, principalmente os baculovírus (Souza et al.,2002).

Os baculovirus são vírus com DNA dupla fita que infectam principalmente artrópodes (Frederoci, et al.1986) e como são específicos aos seus hospedeiros, constituem agentes ideais para o controle de pragas, sem riscos aos vertebrados, a outros organismos não visados e ao meio ambiente (Moscardi & Souza, et al. 2002). Fazem parte da família Baculoviridae e possui mais de 600 espécies onde sua especificidade se dá principalmente na ordem dos Lepidópteros, e também pode ser encontrado em Dípteras, Coleópteros, Himenópteras e em Thichopteras (Possee, et al. 1993).

A ação do baculovírus no inseto acontece através da ingestão de poliedros virais, o que causa a penetração do vírus nas células epiteliais do intestino médio. Quando ingerido a matriz proteica é dissolvida liberando vírions no lúmen digestivo, isso acontece devido ao PH ser altamente alcalino (8-11). Os nucleocapsídeos são transportados para o núcleo, o que liberao DNA e assim inicia-se o processo de replicação viral (Federici, et al.1997, 1999).

Existem dois tipos de progênies infecciosas nos baculovírus, uma forma oclusa do vírus que é responsável pela transmissão do vírus de inseto para inseto e a segunda forma de transmissão é chamada de forma não oclusa, essa é responsável pela transmissão de célula para outra célula em um mesmo indivíduo. Nos estágios finais da infecção, acontece a ruptura das células e assim a proliferação dos poliedros causando a morte do inseto seguida da liquefação dos tecidos (Granados; Federici, et al.1986).

Contudo, é possível identificar um inseto infectado através de suas mudanças comportamentais e morfológicas, em suas mudanças comportamentais pode ser observado a redução da alimentação, redução no tamanho e locomoção do inseto e morfológicamente acontece a descoloração e textura do tegumento, o que resulta a morte do inseto em alguns dias, fator este que possibilita a liberação de poliedros virais no ambiente causando novos ciclos de infecção (Rohmann, et al.1986).

O uso de baculovírus em formulação de inseticidas biológicos, tem demonstrado eficácia para o manejo de pragas, dentre essas formulações, isoladas de *Spodoptera frugiperda* multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV) tem se destacado no controle da lagarta-do-cartucho (Valicente et al., 2013; Lacey, et al. 2016).

3.MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em condições controladas no laboratório da empresa Agbitech Controles Biológicos LTDA, localizado no parque tecnológico Samambaia da Universidade Federal de Goiás - UFG, na cidade de Goiânia, Goiás, que disponibilizou todo o material necessário para o desenvolvimento do trabalho que foi realizado entre o mês de maio e junho de 2022.

As lagartas de *S. frugiperda* utilizadas nos ensaios foram obtidas de uma população pré-estabelecida originada de populações coletadas em campo e mantidas no laboratório de criação da Agbitech Controles Biológicos LTDA.

Para realização do experimento foram separados ovos de lagartas, estes foram introduzidos em copos de 500 ml, contendo 20 ml de dieta artificial de Greene et al., 1976. Permaneceram nestes copos, de sua eclosão até atingir segundo instar larval, fase utilizada no estudo.

A obtenção das plantas foi realizada por meio de cultivo em vasos de 15 litros com substrato Carolina Soil mais o solo com uma proporção de 2/1. Na semeadura foram utilizadas três sementes por vaso de milho pamonheiro convencional e três sementes de soja convencional. A adubação foi feita conforme a recomendação para cultura e a irrigação, realizada diariamente, mantidos na casa de vegetação da Agbitech Controles Biológicos LTDA, até seu estágio vegetativo (V10), quando utilizado folhas para realização dos ensaios.

Para realização dos testes, foi coletada folhas de soja e milho em casa de vegetação e em laboratório. Tais folhas coletadas, foram deixadas de molho em uma solução de água destilada e 10% de hipoclorito por 15 minutos e após esse período, essas folhas foram lavadas e o excesso de água retirado com papel toalha.

Para os testes foram utilizadas duas variantes de SfMNPV, uma variante com melhor ação sobre as lagartas de *Spodoptera frugiperda* (SfMNPV-01) e uma outra variante com uma ação pouco eficiente no controle da lagarta SfMNPV-02). As soluções contendo uma concentração de $7,5 \times 10^9$ foram colocadas em um recipiente com capacidade para 500 ml contendo 200 μ L de cada amostra, diluídos em 200 mL de água com 0,05% do surfactante TweenTM 80, para auxiliar no melhor espalhamento na folha. As folhas eram mergulhadas na solução e dispostas em três recipientes de vidro distintos, para soja e milho, cobertos com papéis toalha levemente umedecidos com água destilada, e expostos a secagem ao ar. Após a secagem das folhas, foram transferidas cerca de 200 lagartas por recipiente, contendo três tratamentos: Controle, folhas infectadas com a amostra da variante de SfMNPV-01 (Soja e milho) e folhas com a amostra da variante SfMNPV-02 (Soja e milho).

Para os tratamentos com dieta artificial de Greene et al. (1976) foi utilizado bandejas contendo 90 recipientes com aproximadamente 5 mL de dieta artificial, e o método utilizado, foi o de contaminação de superfície. Foi preparada uma solução com concentração também de $7,5 \times 10^9$ em um recipiente com capacidade para 500 ml contendo 200 uL de cada amostra e 200 mL de água destilada com corante. Para cada parcela foram aplicados com uma pipeta repetidora 100 uL da solução preparada, aqueles tratamentos destinados ao controle foram tratados apenas com água e corante.

Todos os tratamentos foram mantidos em uma câmara climatizada do tipo BOD a 28°C e 14 horas de fotoperíodo por 48 horas. Após esse período, as lagartas que estavam dispostas em folhas, foram transferidas para dieta artificial de Greene et al. (1976) em bandejas com copos de acrílico, contendo 1 lagarta por copo e assim totalizando 90 lagartas por tratamento, aquelas que foram mantidas em dieta artificial também foram novamente transferidas para uma nova dieta sem a aplicação de qualquer solução. As avaliações de mortalidade iniciaram após o transferência de todas as lagartas para dieta, e avaliado diariamente durante 7 dias, após esse período os dados obtidos foram analisados pelo software R e submetidos ao teste de Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de mortalidade de *S. frugiperda*, tanto para o tratamento SfMNPV-01 quanto para SfMNPV-02, associados a cultura do milho apresentaram média de 16,02% e 6,70%, respectivamente, enquanto as lagartas que se alimentaram de soja tratada com os mesmos vírus obtiveram uma média de 19,66% e 7,34%, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas no controle de *S. frugiperda*. Entretanto, nos resultados de laboratório, com o uso de dieta artificial, para o mesmo tratamento, expressou-se uma média de 62,56%, proporcional, uma mortalidade superior ao milho e a soja (Tabela 1).

Segundo o estudo de (Tabashnik & Slansky Jr. et al. 1987) a variação entre a mortalidade em dieta artificial e folhas, se dá pelo fato de que a dieta artificial apresenta uma maior quantidade de alimento ingerido pela lagarta, ou seja, a lagarta consome uma quantidade maior de vírus do que quando

alimentadas por folhas de milho e soja. Outro fator citado por (Scriber & Slansky Jr. et al. 1981 & SLANSKY Jr. et al.(1982) é que a fisiologia, ecologia, evolução e comportamento de um inseto podem ser afetadas por fatores nutricionais, devido a esse fato, a qualidade e quantidade de alimento consumido por uma lagarta, pode afetar na sua performance.

A variante SfMNPV-02 demonstrou uma maior sobrevivência dos indivíduos de *S. frugiperda* tratados e conseqüentemente uma eficiência menor na comparação com a variante SfMNPV-01 (Figura 1). Esse mesmo padrão de resultado foi observado também em lagartas alimentadas com dieta artificial (Figura 2).

Segundo (Vaughn & Dougherty, et al.1985) esse resultado se dá devido às variantes que apresentam-se suscetibilidades diferentes quanto à permissividade da lagarta para replicação viral. Tal evento acontece pelo fato de uma linhagem do inseto ser mais permissiva a replicação viral em todas as etapas de infecção, o que resulta na produção de corpos de oclusão. Também existem variantes semipermissivas que permitem a replicação parcial do vírus nas células, provavelmente devido a restrições em diferentes estágios do ciclo do inseto (Bilimori, et al. 1992).

Partindo dos resultados obtidos pelo experimento, pode se tratar segundo pesquisas feitas por (Carpenter & Bilimoria, et al.1983) e (Liu et el.1987) de uma linhagem abortiva, onde o vírus pode ou não induzir efeitos citopáticos. Pois, não acontece a produção de partículas infectivas. Estudos conduzidos que foram utilizados diferentes variantes de vírus mostram que existe variabilidade genética entre eles, especialmente em relação a virulência, o que possibilita ter ganhos nos índices de mortalidade da praga de acordo com a origem do vírus (Valicente & Cruz et al. 1992).

Uma outra hipótese para a baixa eficiência são as condições de fabricação e manutenção da variante SfMNPV-02. Apesar do controle utilizando baculovírus ser eficiente, alguns fatores podem influenciar em sua eficiência como fatores ambientais, temperatura, radiação solar, pH, alta humidade e a presença de agentes contaminantes (Ruiz, et al.2015). A temperatura é o fator de maior influência na ação do baculovírus, pois afeta o ciclo de replicação do vírus e a expressão do patógeno. Segundo (Lasa; Williams; Caballero, et al. 2009) a redução da eficácia do vírus pode acontecer

durante seu armazenamento, devido à hidrólise e a auto-oxidação, resultante da exposição ao oxigênio dos derivados de lipídeos presentes nos tecidos dos insetos não retirados pela filtração e da suspensão viral. Este mesmo fato também foi observado por (Ruiz, et al. 2015) que verificou que o superóxido e os radicais livres gerados pela auto-oxidação, eram capazes de modificar a estrutura dos ácidos nucleicos dos nucleopolihedrovirus presentes no produto, e assim causar a perda de patogenicidade em armazenamento.

Tabela 1. Teste de Tukey – Avaliação da diferença entre os tratamentos SfMNPV-01 e SfMNPV-02

Substrato	Tratamento	Mortalidade (%)	Teste Tukey (5%)
Dieta artificial (Greene..)	Controle	1,11	
	SfMNPV-01	62,56	A
	SfMNPV-02	33,52	B
Folhas de Milho	Controle	0,57	
	SfMNPV-01	16,02	CD
	SfMNPV-02	6,70	D
Folhas de Soja	Controle	2,77	
	SfMNPV-01	19,66	C
	SfMNPV-02	7,34	D

Figura 1. Teste de Log-Rank para avaliar a sobrevivência dos indivíduos no decorrer dos 7 dias de avaliação.

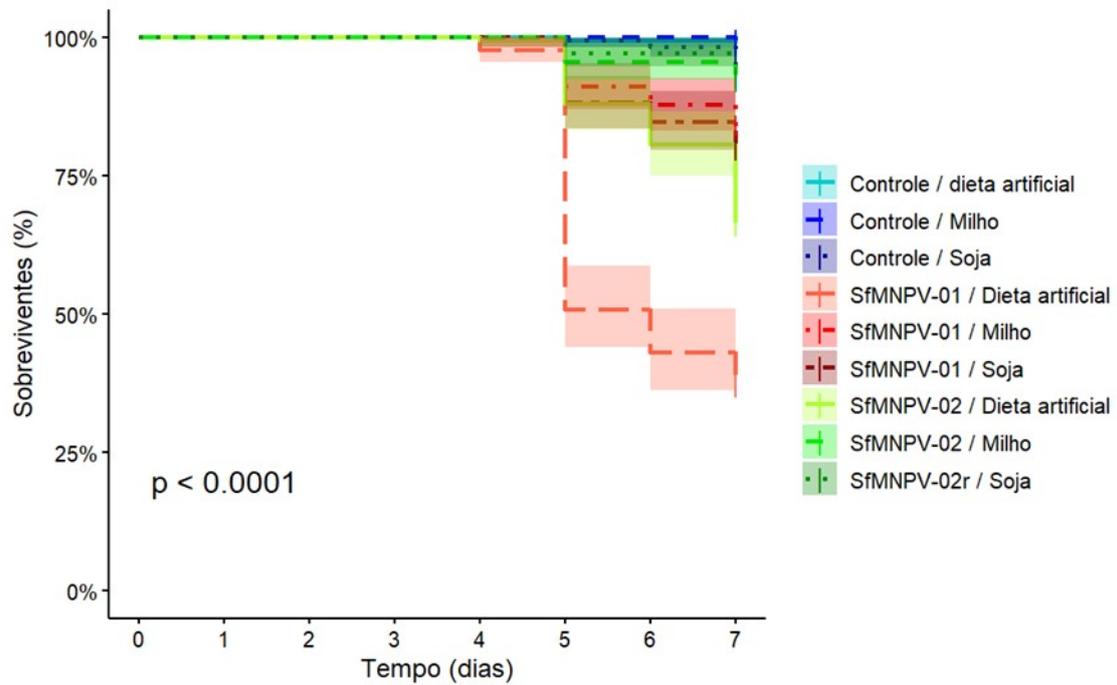
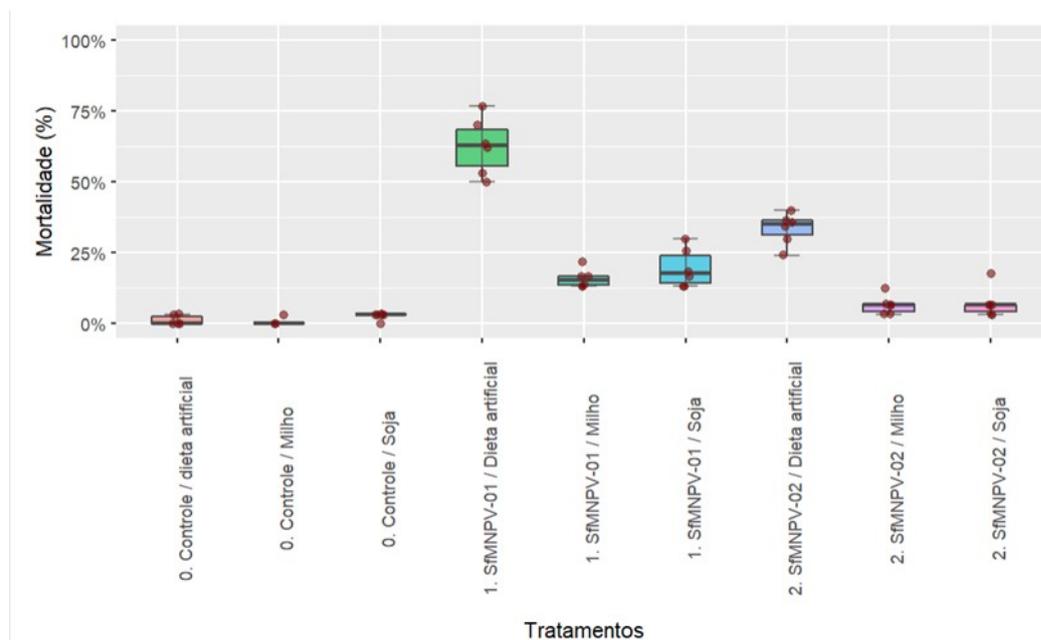


Figura 2. Teste de Box Plot onde mostra a distribuição de suas repetições e dados obtidos.



5. CONCLUSÕES

Em relação ao controle de *Spodoptera frugiperda* a variante SfMNPV-01 resultou se em um controle eficiente, e a variante SfMNPV-02 não obteve o mesmo resultado, pois demonstrou -se uma mortalidade menor em comparação a variante SfMNPV-02. Faz-se necessário mais estudos que identifiquem a ineficiência do vírus e os motivos que causam essa ineficiência.

Ademais, é notório destacar a importância da existência de mais estudos em relação a ação do vírus ser altamente eficiente em dieta artificial, e ainda observar a possibilidade e quantidade contínua ingerida em dieta e em folhas de soja e milho ser uma dose superficial e menor.

Outrossim, faz -se necessário estudos que identifiquem se dieta artificial altera a microbiota intestinal de uma forma é favorável ou desfavorável ao vírus nas diferentes condições e fontes de alimentos oferecidas.

Visto que os OBs requer de um pH alto para dissolver no intestino da lagarta, o que causa infecção. Certamente é inegável que se faça testes que avaliem o pH do intestino da lagarta quando alimentada por folhas, pois se este fica abaixo de 8 não haverá controle eficiente.

REFERÊNCIAS

Akeme, C. N., Ngosong, C., Sumbele, S. A., Aslan, A., Tening, A. S., Krah, C. Y., ... & Nembangia, O. J. Different controlling methods of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in maize farms of small-scale producers in Cameroon. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. p. 012053.

ALI, A.; LUTTREL, R. G.; PITRE, H. N.; DAVIS, F. M. Distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses on cotton. *Environmental Entomology*, College Park, v. 18, n. 5, p. 881-885, 1989.

Andrade, J. N., Costa Neto, E. M., & Brandão, H. (2015). Using ichthyotoxic plants as bioinsecticide: A literature review. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(4), 649-656.

ÁVILA, C. J. Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). In: ÁVILA, C. J. Pragas da soja: conheça e previna-se. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017.

ÁVILA, C. J.; DEGRANDE, P. E.; GOMEZ, S.A. Insetos pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle. In: Milho: informações

técnicas. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p.157- 170 (EMBRAPA-CPAO: Circular técnica, 5).

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. *Neotropical Entomology*, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010.

Bateman, M. L., Day, R. K., Luke, B., Edgington, S., Kuhlmann, U., & Cock, M. J. (2018). Assessment of potential biopesticide options for managing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Africa. *Journal of applied entomology*, 142(9), 805-819.

BILIMORIA, S.L.; DEMIRBAG, Z.; NG, H.; REINISCH, A.J. Abortive cell culture infections of nuclear polyhedrosis viruses as model systems for host specificity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, s/n, p.123-141, 1992. Edição Especial.

BONATO, R. B.; BONATO, A.L. A soja no brasil: história e estatística Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Londrina, 1987. 61 p.

Boregas, K. G. B., Mendes, S. M., Waquil, J. M., & Fernandes, G. W. (2013). Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Borsari, A. P., & Claudino, M. (2019). Mercado e percepção do produtor brasileiro. *AgroANALYSIS*, 38(10), 32-37.

CARPENTER, W.M.; BILIMORIA, S.L. A semipermissive nuclear polyhedrosis virus infection: Characterization of infection kinetics and morphogenesis. *Virology*, v.130, p.222-227, 1983.

CARVALHO, R. P. L. Danos, flutuação populacional, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. 1970. 170 f. Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

CONAB, 2021. Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 8 de abril de 2022.

CONAB,2022. Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 8 de abril de 2022.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1995. 45 p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 21).

DORNELES, J. Características físico-químicas de baculovírus *spodoptera* e a compatibilidade com produtos fitossanitários para o manejo integrado de

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). 2020. 81 f. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP. 2020.

FEDERICI, B. A. Baculovirus pathogenesis. In: MILLER, L. K. (Ed.) The baculoviruses. New York: Plenum Press, 1997. p. 33-59.

FEDERICI, B. A. Naturally occurring baculoviruses for insect pest control. In: HALL, F. R.; MENN, J. J. (Ed.). Methods in biotechnology: biopesticides, use and delivery. Totowa: Humana Press, 1999. v. 5, p. 301-320.

FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. Jaboticabal, SP: Funep, 2007. 576 p.

FREEMAN, B. L. Cotton insect pests. In: FOSHEE. Cotton Scouting Handbook. [S.l.]: Alabama Cooperative Extension System, 1999. 20 p. PubID: ANR-409.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, S. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GRANADOS, R. R.; FEDERICI, B. A. (Ed.). The biology of baculoviruses. Boca Raton: CRC, 1986. v. 1.

GRÜTZMACHER, A.D.; MARTINS, J.F.S.; CUNHA, U.S. Insetospragas das culturas do milho e sorgo no agroecossistema de várzea. In: PARFITT, J.M.B. Produção de milho e sorgo na várzea. Pelotas: Embrapa de Clima Temperado, 2000. p. 87-101. (Embrapa de Clima Temperado. Documentos, 74).

LACEY, L. A. (ed.). Microbial Control of Insect and Mite Pests: From Theory to Practice. Academic Press, 2016. 444p.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais (*Laphygma frugiperda*, Abbot e Smith, 1797). O biológico, Campinas, v. 19, n. 6, p. 105, 1953.

LIU, H.-S. Host specific expression of baculovirus, *Spodoptera frugiperda* nuclear polyhedrosis virus, in insect cell lines. Lubbock, TX: Texas Tech. Univ., 1987. 83p. Ph.D. Thesis.

LUGINBILL, P. H. The fall armyworm. Washington, USDA., 1928. 73 p. (Technical Bulletin, n. 34).

MALISZEWSKI, E. O impacto das lagartas na soja, Agrolink, 2021. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/o-impacto-das-lagartas-na-soja_449979.html>. Acesso em: 15 de abril de 2022.

MALLAPUR, C. P. et al. Status of alien pest fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) on maize in Northern Karnataka. Journal of Entomology and Zoology Studies, v. 6, n. 6, p. 432-436, 2018.

MARLADETE, A. 5 lagartas que mais ameaçam a produtividade da soja, Agrolink, 2021. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/noticias/5-lagartas-que-mais-ameacam-a-produtividade-da-soja_458339.html>. Acesso em: 15 de abril de 2022.

MIRANDA, J. E. Distribuição vertical de lagartas de *Spodoptera frugiperda* no algodoeiro. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 2006. 4 p. (EMBRAPA/CNPA. Comunicado Técnico, 277).

MONTEZANO, D. G. et al. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, Entomology Society of Southern Africa, v. 26, p. 286-300, 2018.

MOREIRA, M. D.; MIRANDA, J. E.; SILVA, C. A. D.; SOUZA JÚNIOR, J. D. A.; AZEVEDO, A. I. B. Aspectos biológicos e exigências térmicas da lagarta militar (*Spodoptera* sp.) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. Anais... Goiânia: [s.n.], 2003. 1 CDROM.

MORSE, W.J. History of soybean production. In: MARKLEY, K. S. Soybeans and soybean products. New York, Interscience. 1950. p.3-59.

MOSCARDI, F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. A case study in biological control: soybean defoliating caterpillars in Brazil. In: BRUXON, D. R. et al. International crop science I. Madison: Crop Science Society of America, 1993. p. 115-119.

OTIM, M. H. et al. Detection of sister-species in invasive populations of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from Uganda. *Plos One*, v. 13, n. 4, p. e0194571, 2018.

PATERNIANI, E.E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento de milho. In: BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p.491-552.

PIGGOTT, M. P. et al. Corn-strain or rice-strain? Detection of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in northern Australia. *International Journal of Tropical Insect Science*, v. 41, n. 4, p. 2607-2615, 2021.

POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). *Memoirs of the American Entomological Society*, [S.l.], v. 43, p. 1-202, 2002.

ROHRMANN, G. F. Polyhedrin structure. *Journal of General Virology*, v. 67, p. 1499- 513, 1986.

SCRIBER, J.M. & SLANSKY JUNIOR, F. The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, 26: 183-211, 1981.

SILVA A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, N. M.; SIMONI, L. Quarto catálogo dos insetos que vivem

nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. Tomo 1, parte II. 622 p.

SLANSKY JUNIOR, F. Insect nutrition: an adaptationist's perspective. Florida Entomologist, Gainesville, 65(1): 45- 71, 1982.

SMITH, J. E. The natural history of the rarer lepidopterous insects of Geogia. London: Journal of Entomologist, 1797. 191p.

TABASHNIK , B.E. & SLANSKY JUNIOR, F. Nutritional ecology of forb foliage-chewing insects. In: SLANSKY JUNIOR, F. & RODRIGUEZ, J. G., ed. Nutritional ecology of insects, mites, and related invertebrates. New York, John Wiley, 1987. cap.2, p. 71-104.

VALICENTE, F. H.; CRUZ, I. Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com baculovírus. Sete-Lagoa, Centro Nacional de Milho e Sorgo, Circular Técnica, v. 15. 1991. 23 p.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S.; PENA, R. C.; ANDREAZZA, R.; GUIMARÃES, M. R. F. Cannibalism and virus production in *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae fed with two leaf substrates inoculated with *Baculovirus spodoptera*. Neotropical Entomology, v. 42, n. 2, p. 191-199, 2013.

VALICENTE, F. H.; CRUZ, I. Mortalidade da lagarta do cartucho por vírus encontrados em diversas regiões do Estado de Minas Gerais. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988-1991, Sete Lagoas, v. 5, p. 66, 1992 a.

VAUGHN, J.L.; DOUGHERTY, E.M. The replication of baculoviruses. In: MARAMOROSCH, K.; SHERMAN, K.E. (Eds.). Viral insecticides for biological control. New York: Academic, 1985. p.569-633.

MOSCARDI, F. & SOUZA, M.L. Baculovírus para o controle de pragas. Biotecnol. Ciênc. Desenv., v.24, p.22-29, 2002.

FREDERICI, B.A. Ultrastructure of baculoviruses. In: GRANADOS , R.R. & FREDERICI, B.A. (Eds.). The biology of baculoviruses. Boca Raton: CRC Press, 1986. v.1, p.61-88.

SOUZA, M.L.S.; CASTRO, CASTRO; M.E.B; SILHER, W. RIBEIRO, Z.M.A.; MOSCARDI, F. Caracterização de baculovírus utilizados no controle de pragas. Biotecnol. Ciênc. Desenv., v.24, p.18-20, 2002.

RUIZ, L. M. Q. Uso de baculovirus como alternativa de control biologico de *Spodopetra frugiperda* en el cultivo del maiz: una revisión conceptual y de avnces en su aplicación. Universidad Abierta y a Distancia. Tese de Mestrado, 2015.

LASA, R.; WILLIAMS, T.; CABALLERO, P. The attractiveness of phagostimulant formulations of a nucleopolyhedrovirus-based insecticide

depends on prior insect diet. *Jornal Pesticide Science*, v. 89, p. 247-250, feb. 2009.