

Aplicação de entomopatógenos no manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

Application of entomopathogens in the management of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

Aplicación de entomopatógenos en el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

Recebido: 09/04/2021 | Revisado: 16/04/2021 | Aceito: 19/04/2021 | Publicado: 04/05/2021

Lidiane Arissa Yokota

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5478-9930>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: lidiane.yokota@ufms.br

Elisângela de Souza Loureiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9708-3775>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: elisangela.loureiro@ufms.br

Luis Gustavo Amorim Pessoa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4646-062X>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: luis.pessoa@ufms.br

Gabriel Luiz Reis Devoz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3572-1591>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: gabriel.devoy@gmail.com

Antonio Amorim Pereira Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0277-7345>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: antonioafilho@live.com

Tatiana Souza do Amaral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5674-4998>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: tatiana.amaral@ufms.br

Resumo

Conhecida vulgarmente como lagarta-militar ou lagarta-do-cartucho, a *Spodoptera frugiperda* é uma das pragas agrícolas mais importantes do Brasil, devido seu hábito polífago e sua ampla distribuição geográfica. O uso de agentes entomopatogênicos vem contribuindo com o manejo desta praga, pois diminui os impactos causados pelos agroquímicos e proporciona uma agricultura sustentável. O objetivo deste trabalho foi avaliar a patogenicidade da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* e do vírus entomopatogênico *Nucleopolyhedrovirus* (HearNPV) quando aplicados diretamente sobre a lagarta *S. frugiperda*. O experimento foi feito com lagartas de 2^o e 3^o instares. Cada experimento foi composto por 5 tratamentos: T1: Testemunha (sem aplicação de entomopatógenos), T2: Agree[®], T3: Xentari[®], T4: Diplomata[®]; T5: Armigen[®] e 5 repetições por tratamento, cada repetição contendo 6 lagartas de 2^o e 3^o instares. Cada repetição foi constituída de uma placa de Petri (9 cm de diâmetro) com 1 inseto, totalizando 30 lagartas de cada instar por tratamento. A mortalidade foi avaliada diariamente até quinze dias após aplicação. Os dados da mortalidade acumulada foram submetidos à análise de variância (teste F), as médias serão comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade e a eficiência dos bioinseticidas pela fórmula de Abbott. O bioinseticida Xentari[®] proporcionou maior média de mortalidade no 2^o instar de *S. frugiperda* diferindo dos demais tratamentos, no 3^o instar não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Palavra-chave: Controle biológico; Agricultura sustentável; Lagarta-do-cartucho.

Abstract

Commonly known as fall armyworm *Spodoptera frugiperda* is one of the most important agricultural pests in Brazil, due to its polyphagous habit and its wide geographical distribution. The use of entomopathogenic agents has contributed to the management of this pest, as it reduces the impacts caused by agrochemicals and provides sustainable agriculture. The aim of this work was to evaluate the pathogenicity of the entomopathogenic bacteria *Bacillus thuringiensis* and the entomopathogenic virus *Nucleopolyhedrovirus* (HearNPV) when applied directly to the caterpillar *S. frugiperda*. The experiment was carried out with 2nd and 3rd instar caterpillars. Each experiment had 5

treatments: T1: Control (without entomopathogen application), T2: Agree[®], T3: Xentari[®], T4: Diplomata[®]; T5: Armigen[®], and 5 repetitions per treatment, each repetition containing 6 caterpillars of 2nd and 3rd instar. Each repetition consisted of a Petri dish (9 cm in diameter) with 1 insect, totaling 30 caterpillars of each instar per treatment. Mortality was assessed daily up to fifteen days after application. The accumulated mortality data were submitted to analysis of variance (F test), the averages will be compared by the Scott-Knott test at 5% probability and the efficiency of the insecticides by the Abbott formula. The bioinsecticide Xentari[®] provided a higher mean of mortality in the 2nd instar of *S. frugiperda* differing from the other treatments, in the 3rd instar there was no significant difference between treatments.

Keywords: Biological control; Sustainable agriculture; Fall armyworm.

Resumen

Comúnmente conocida como oruga militar o oruga cartucho, *Spodoptera frugiperda* es una de las plagas agrícolas más importantes en Brasil, debido a su hábito polífago y su amplia distribución geográfica. El uso de agentes entomopatógenos ha contribuido al manejo de esta plaga, ya que reduce los impactos causados por agroquímicos y proporciona una agricultura sustentable. El objetivo de este trabajo fue evaluar la patogenicidad de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* y el virus entomopatógeno *Nucleopolyhedrovirus* (HearNPV) cuando se aplica directamente sobre la oruga de *S. frugiperda*. El experimento se llevó a cabo con orugas de segundo y tercer estadio. Cada experimento constaba de 5 tratamientos: T1: Control (sin aplicación de entomopatógenos), T2: Agree[®], T3: Xentari[®], T4: Diplomata[®]; T5: Armigen[®] y 5 repeticiones por tratamiento, cada repetición contiene 6 orugas de segundo y tercer estadio. Cada repetición consistió en una placa de Petri (9 cm de diámetro) con 1 insecto, totalizando 30 orugas de cada estadio por tratamiento. La mortalidad se evaluó diariamente hasta quince días después de la aplicación. Los datos de mortalidad acumulados se sometieron a análisis de varianza (prueba F), los promedios se compararán mediante la prueba de Scott-Knott al 5% de probabilidad y la eficiencia de los bioinsecticidas utilizando la fórmula de Abbott. El bioinsecticida Xentari[®] proporcionó una mayor media de mortalidad en el segundo estadio de *S. frugiperda* a diferencia de los otros tratamientos, en el tercer estadio no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

Palabras clave: Control biológico; Agricultura sostenible; Oruga de cartucho.

1. Introdução

Conhecida vulgarmente como lagarta-militar ou lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) Carvalho (1970), é considerada uma das pragas de grande importância no Brasil, devido seu hábito polífago, e sua ampla distribuição geográfica Boregas et. al (2013). A disposição de culturas em sucessão contribuiu para que esse inseto-praga aumentasse seu grau de polifagia e passou a utilizar hospedeiros alternativos, não ficando restrita somente as gramíneas Cruz (1995). Seu ataque varia de acordo com a cultura, podendo apresentar ataques na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva, mas em geral as lagartas se alimentam-se de folhas, o que conseqüentemente afeta a área fotossintética atingindo diretamente a produção (Sarmiento et al., 2002).

De acordo com Afonso-Rosa & Barcelos (2012) o ataque dessa espécie pode gerar perdas estimadas em cerca de dois bilhões de dólares anuais e outra preocupação é que todos os anos atinge o nível de dano econômico com aumento das populações de *S. frugiperda*, foi necessário se tomar medidas de controle de tal forma que diminuíssem as populações, fazendo com que as mesmas não ocasionassem danos nas culturas subsequentes.

O uso indiscriminado de inseticidas para o manejo dessa praga permitiu selecionar populações resistentes provocando desequilíbrio ecológico, prejudicando o homem e outros animais, além do seu alto custo fazendo necessário à busca de alternativas que minimizem os efeitos negativos dos inseticidas sintéticos sobre o meio ambiente (Dalvi et al., 2011).

Para diminuir o alto custo socioeconômico dos agroquímicos e dispensar as dificuldades na obtenção de plantas resistentes e produtivas, foi necessário encontrar alternativas eficientes, de maneira econômica e ecologicamente adequadas. Quando na década de 70 foi proposto o Manejo Integrado de Pragas (MIP), com o objetivo de informar aos agricultores a tomar decisões de controle mais eficientes, inserindo estratégias que minimizassem os efeitos negativos ao meio ambiente Busato et al. (2004). Tendo em vista o uso do controle biológico utilizando inimigos naturais como os entomopatógenos, que se enquadram em uma das principais ferramentas do MIP. A bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) (BERLINER, 1911) (Eubacteriales: Bacillaceae), é uma bactéria gram-positiva, caracterizada por formar cristais proteicos, os quais possuem

propriedades inseticidas específicas, restritas ao trato digestivo dos insetos (Valicente, 2015).

No Brasil, a introdução e utilização de produtos à base da bactéria *Bt* deu-se início na década de 1960, passando a ganhar maior visibilidade e destaque a partir de então (Capalbo et al., 2005). A atividade entomopatogênica da *B. thuringiensis* está ligada a produção de cristais proteicos denominados de delta-endotoxinas codificadas pelos genes *cry* que possuem ação inseticida, sendo assim específica para ordem Lepidoptera (Araújo et al., 2019). No mercado brasileiro, existem vários produtos à base de *B. thuringiensis*, sendo o Dipel®, o mais empregado no controle de inúmeros lepidópteros-praga (Glare & O'callaghan, 2000). Além dele, Xentari®, Agree®, Able®, Bactur WP®, Bac-Control WP®, Bactospeine® e Thuricide® são produtos comercializados aqui no país, outros 40 produtos biológicos e orgânicos foram registrados em 2019 (Matioli, 2020).

A utilização de vírus entomopatogênicos têm sido largamente utilizados em vários países do mundo, objetivando o controle de pragas em lavouras, ganhado maior incremento, principalmente devido a sua proteção em cristais proteicos, o que possibilita a formulação de produtos com tecnologia de aplicação simples e segura quando comparados aos inseticidas químicos (Alves et al., 2008). Segundo Martignoni & Iwai (1986), existem mais de 20 grupos de vírus que são patogênicos aos insetos. Dentre estes, os *Baculovirus* são o grupo mais estudado e comum, com maior potencial para serem utilizados como agente de controle biológico de pragas.

De acordo com a Embrapa (2013), o Manejo Integrado de Pragas (MIP) propõe a utilização do conjunto de táticas de manejo, como a aplicação de inseticidas químicos e biológicos, com intuito de reduzir a população da praga e a pressão de seleção devido ao uso indiscriminado de produtos sintéticos, e essa combinação de estratégias e uso das tecnologias, permite uma ação mais eficiente, mais benéfica para o meio ambiente e mais econômica para o produtor.

Deste modo o objetivo do trabalho foi investigar a possível interação de dois agentes de controle biológico, utilizando vírus entomopatogênico e bactéria entomopatogênica, avaliando a patogenicidade do vírus entomopatogênico *Nucleopolyhedrovirus* (HearNPV) e da bactéria entomopatogênica *B. thuringiensis* quando aplicados diretamente sobre 2º e 3º instares da lagarta *S. frugiperda*.

2. Metodologia

O trabalho realizado seguiu a metodologia de pesquisa laboratorial de natureza quantitativa proposto por Pereira et al. (2018). Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul, MS. A obtenção das lagartas foi através de coletas semanais realizados em cultivos de soja e milho localizados na própria universidade, as larvas de diversos instares de *S. frugiperda* foram levadas ao laboratório, onde foram individualizadas e mantidas em câmara climatizada a temperatura de 26±1 °C, UR 70±10%, fotofase de 12 horas e dieta adaptada de Grenne et al. (1976), assim foram conduzidas até o final da fase larval.

Os adultos (sendo dois machos e duas fêmeas por gaiola), foram mantidos em gaiolas de PVC de (100mm x 200mm) revestidas internamente com papel sulfite e a abertura superior fechada com tecido tipo “voil” preso por elástico e, na extremidade inferior, por placa de isopor revestida por papel toalha. A alimentação fornecida foi uma pasta a base de mel e levedo de cerveja em proporções iguais (V/V) colocada em algodão hidrófilo embebido em recipiente de vidro preso na parte superior, substituída a cada dois dias. Os ovos obtidos foram destinados aos bioensaios e à manutenção da criação. Lagartas recém-eclodidas foram mantidas em potes plásticos cilíndricos com diâmetro de 5 cm e capacidade 145 mL. Para a manutenção da criação, foi fornecida dieta artificial, adaptada de Grenne et al. (1976).

Para esta metodologia cada lagarta proveniente da criação massal foi individualizado em placa de Petri, com o auxílio de um pincel de cerdas macias. Foram utilizadas no primeiro experimento lagartas de 2º instar de *S. frugiperda* e para o segundo experimento foram utilizadas lagartas de 3º instar de *S. frugiperda*.

Cada bioensaio foi composto por 5 tratamentos: T1: testemunha (sem aplicação de entomopatógenos), T2: Agree®,

T3: Xentari®; T4: Diplomata®; T5: Armigen® e 5 repetições por tratamento, cada repetição contendo 6 lagartas dos instares correspondentes. Cada repetição constituía uma placa de Petri (9 cm de diâmetro) com 1 inseto e um pedaço da dieta artificial, totalizando 30 lagartas de cada instar por tratamento.

As pulverizações foram realizadas utilizando-se Torre de Potter a pressão de 15 libras/pol², em aplicação direta dos patógenos *Nucleopolyhedrovirus* (HearNPV) e *B. thuringiensis* sobre a dieta e oferecida às lagartas. Após a aplicação as placas serão vedadas com papel-filme e conduzidas em sala climatizada (temperatura de 26±1 °C, 70±10% de UR e fotofase de 12h).

A mortalidade foi avaliada diariamente até quinze dias após a aplicação (DAA) dos bioinseticidas e para a confirmação da mortalidade causada pelo patógeno foi utilizado a metodologia proposta por Loureiro; Moino Junior (2007). Os dados da mortalidade acumulada foram submetidos à análise de variância (teste F), as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade e regressão polinomial. A eficiência de controle foi calculada aos quinze DAA dos bioinseticidas através da fórmula de Abbott (Abbott, 1925).

3. Resultados e Discussão

No primeiro bioensaio realizado com lagartas de 2º instar de *S. frugiperda* o resultado da análise de variância evidencia que houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Quadro de análise de variância (ANOVA).

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Valor de F	PR>F
TRATAMENTO	4	32,96	8,24	5,57	0,0035*
RESÍDUO	20	29,6	1,48		
TOTAL CORRIGIDO	24	62,56			

CV (%) =44,08

* = significativo a 5% de probabilidade GL= grau de liberdade SQ=soma de quadrados QM= quadrado médio e o F= variação entre médias da amostra / variação dentro das amostras. Fonte: Autores (2021).

Por meio da interpretação dos dados amostrados o bioinseticida Xentari® apresentou maior média de mortalidade não ocorrendo diferença significativa com os bioinseticidas Diplomata® e Agree®, porém apresentou diferença significativa em relação ao bioinseticida Armigen® e a testemunha. Não ocorreu diferença significativa entre o bioinseticida Armigen® e a testemunha (Tabela 2)

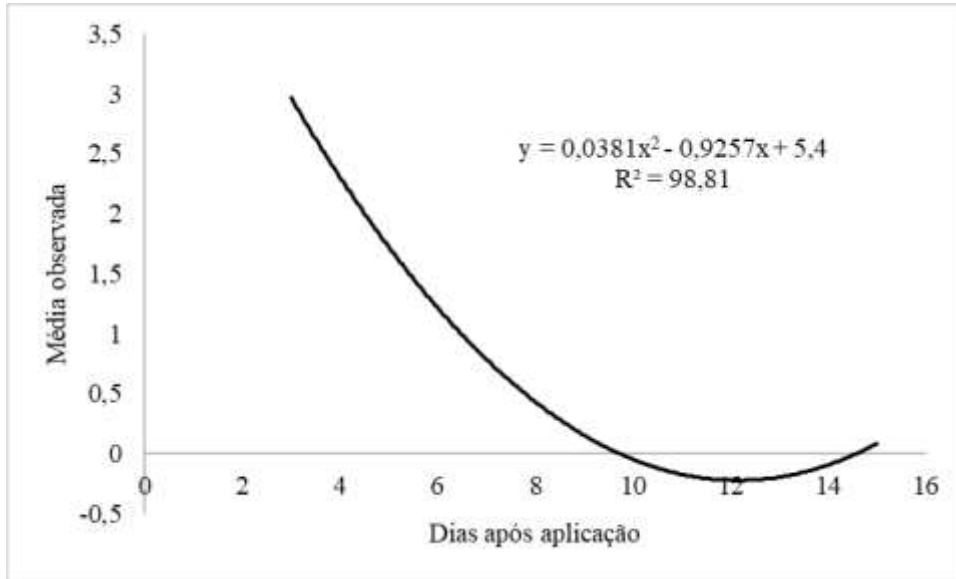
Tabela 2. Média de mortalidade acumulada de lagartas de 2º instar de *S. frugiperda* quando expostas aos diferentes bioinseticidas.

Tratamentos	Mortalidade acumulada
Xentari®	4,6 a*
Diplomata®	3,2 a
Agree®	2,8 a
Armigen®	2,0 b
Testemunha	1,2 b
CV (%)	24,08

*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna pelo teste de Scott-Knott a 5%. Fonte: Autores (2021).

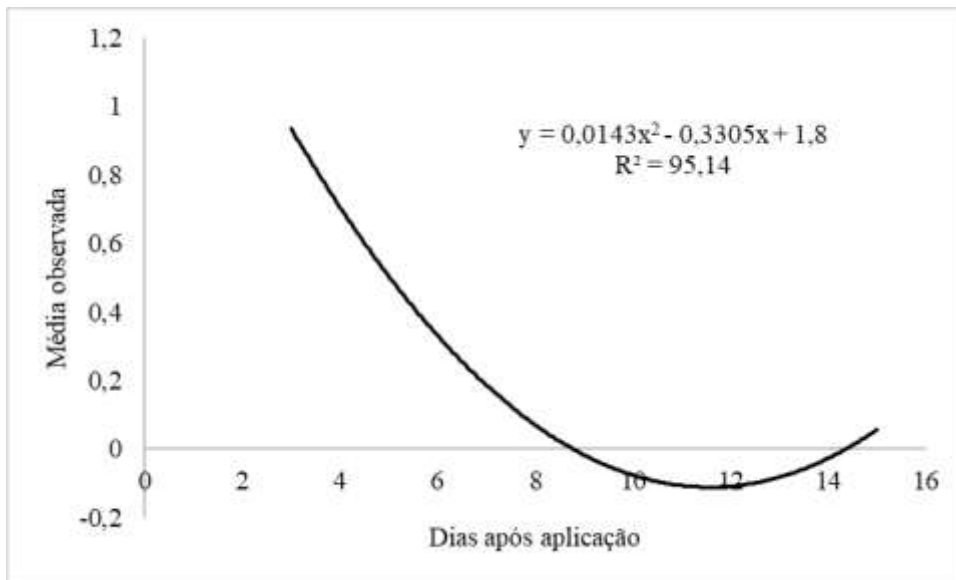
Para o primeiro bioensaio a regressão polinomial foi significativa apenas para os bioinseticidas Xentari® (Figura 1) e Diplomata® (Figura 2), respectivamente, sendo avaliado a média de mortalidade acumulada 15 dias após a aplicação.

Figura 1. Curva de mortalidade diária acumulada de lagartas de 2º instar de *S. frugiperda* após aplicação do bioinseticida Xentari®.



Fonte: Autores (2021).

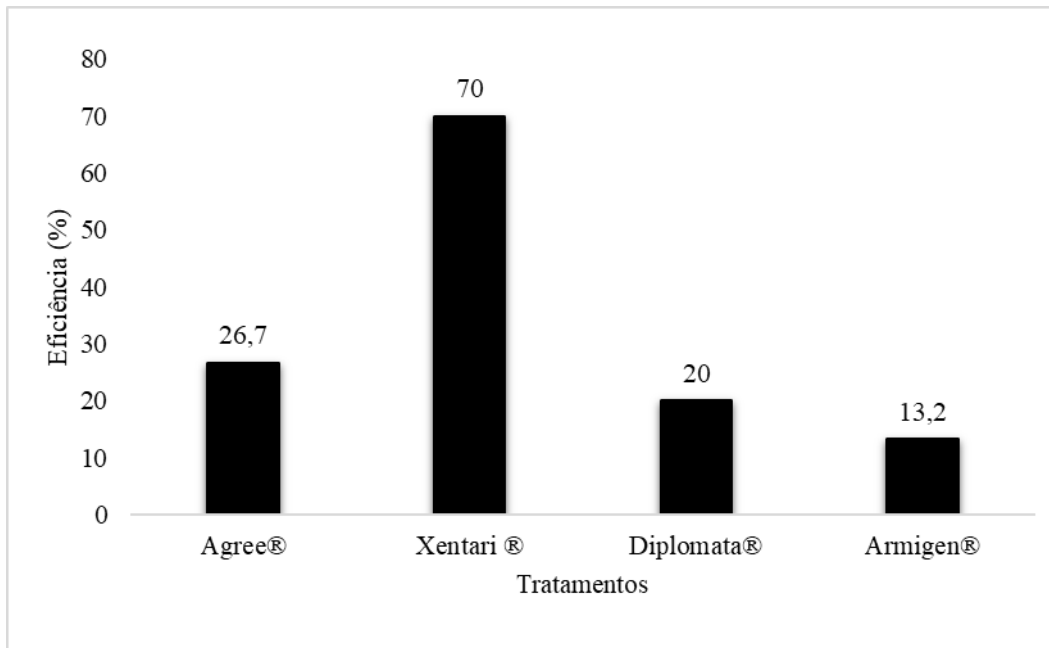
Figura 2. Curva de mortalidade diária acumulada de lagartas de 3º instar de *S. frugiperda* após aplicação do bioinseticida Diplomata®.



Fonte: Autores (2021).

O bioinseticida Xentari® foi o mais eficiente proporcionando de 70% de eficiência para as lagartas de 2º instar de *S. frugiperda* decorridos 15 dias após a aplicação (Figura 3).

Figura 3. Eficiência (%) de controle dos bioinseticidas 15 dias após a aplicação em lagartas de 2º instar de *S. frugiperda*.



Fonte: Autores (2021).

No segundo bioensaio com lagartas de *S. frugiperda* de 3º instar não houve diferença significativa como mostra a análise de variância (Tabela 3).

Tabela 3. Quadro de análise de variância (ANOVA).

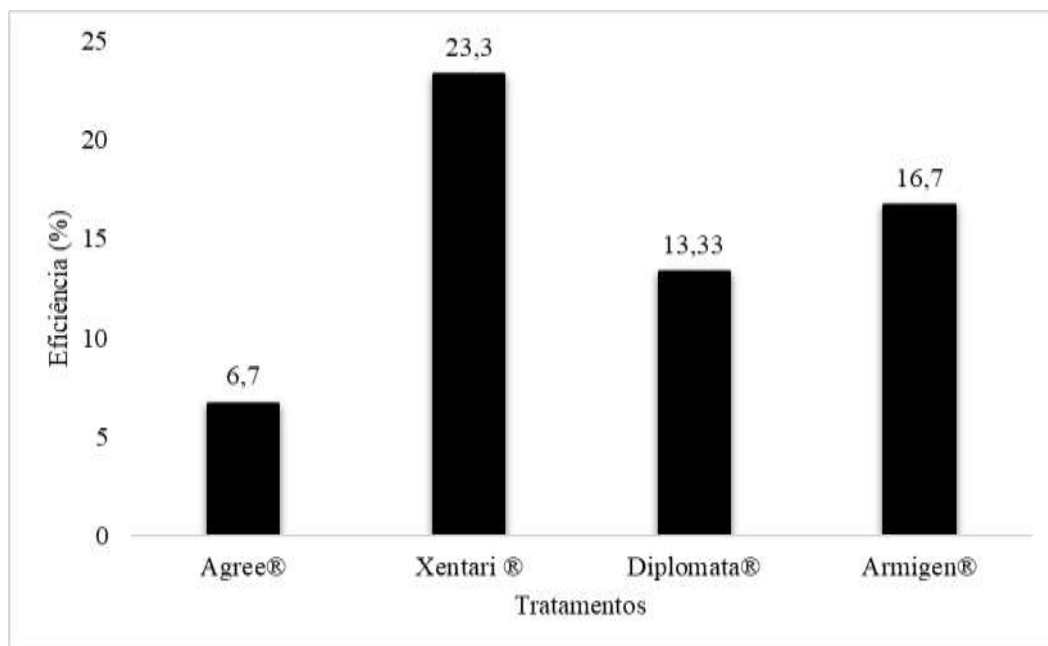
Fontes de variação	GL	SQ	QM	Valor de F	PR>F
TRATAMENTO	4	12,56	3,14	2,243	0,1007 ^{ns}
RESÍDUO	20	28,00	1,4		
TOTAL CORRIGIDO	24	40,56			

CV (%) =42,87

ns = não significativo a 5% de probabilidade GL= grau de liberdade SQ=soma de quadrados QM= quadrado médio e o F= variação entre médias da amostra / variação dentro das amostras. Fonte: Autores (2021).

Para lagartas de 3º instar de *S. frugiperda* nenhum bioinseticida foi eficiente, todos proporcionaram abaixo de 30% de eficiência (Figura 4).

Figura 4. Eficiência (%) de controle dos bioinseticidas 15 dias após a aplicação em lagartas de 3^o instar de *S. frugiperda*.



Fonte: Autores (2021).

O primeiro bioensaio em que foi realizado com lagartas de *S. frugiperda* no 2^o instar apresentou melhor eficiência de controle, esses resultados se assemelham aos observados por Souza et al. (2017). Segundo esses autores, as larvas de primeiro e segundo instares possui o pH do mesêntero entre 8-11, ou seja, alcalino, o que é considerado o ideal para que as bactérias e vírus entomopatogênicos iniciem ação sobre o epitélio absorvente do intestino médio levando ao desequilíbrio osmótico resultando na interrupção da alimentação e posteriormente, paralisia do intestino. Fato esse ocorrido no presente estudo quando aplicados em larvas de 2^o instar apresentaram resultados melhores do que em larvas de 3^o instar. Outra hipótese que pode ter ocorrido é devido à ausência de receptores específicos para as toxinas Cry, nas microvilosidades apicais das células colunares do intestino médio de espécies de lagartas (Gómez et al., 2007; Valaitis & Podgwaite, 2013) como as avaliadas no presente estudo.

O bioinseticida Xentari® apresentou a maior mortalidade e maior eficiência às lagartas de 2^o instar de *S. frugiperda* experimentos, devido a endotoxina cry que envolve uma série de interações com várias proteínas do intestino médio das lagartas promovendo a formação de estruturas oligoméricas induzindo a sua inserção na membrana e assim formando um poro que destrói as células do intestino (Pardo-López et al., 2013). Os resultados do presente estudo foram menores em comparação aos observados por Polanczyk et al. (2000), os quais analisando duas subespécies de Bt, *B. thuringiensis thuringiensis* cepa 4412 e *B. thuringiensis aizawai* cepa HD68, sobre lagartas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), obtiveram mortalidade de 80,4 e 100%, respectivamente. Há uma ampla gama de proteínas cry e pelo menos dez foram identificadas especificamente para *B. thuringiensis* var. *kurstaki* cepa HD-1, propiciando um bioinseticida extremamente eficiente contra lagartas (Crickmore, 2017).

O *B. thuringiensis* também se mostrou eficiente para o controle de *S. cosmioides* em um trabalho realizado em campo, mostrando que o Bt também possui ação em outra espécie do complexo *Spodoptera*, proporcionando aumento de 15 e 7 sacas/ha na produção de soja, em relação a testemunha e ao ingrediente ativo Diamida Antranilica (inseticida Premio®), respectivamente, supondo que o uso do bioinseticida proporcionou aumento no número de vagens consequentemente maior produtividade (Loureiro et al., 2020).

Os bioinseticidas Diplomata® e Armigen® possuem como princípio ativo o *Baculovirus* VPN-HzSNPV recomendado

para o controle de *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805). Uma característica muito relevante do *Baculovirus* é sua especificidade para o hospedeiro que geralmente é muito estreita e na maioria das vezes é limitado para apenas uma única espécie de inseto (Haase; Sciocco-Cap; Romanowski, 2015), o que explica a baixa taxa de mortalidade nos dois bioensaios.

Vale ressaltar que mesmo não atingindo 100% de mortalidade, os inseticidas biológicos favorecem os aspectos relacionados à segurança alimentar, permite contemplar a sustentabilidade ambiental, possibilitando a promoção da biodiversidade dos agroecossistemas (Simonato, 2018).

4. Conclusão

O bioinseticida Xentari® mais eficiente no controle de *S. frugiperda*, desde que seja aplicado em lagartas de 1ª e 2ª instares. Os bioinseticidas Diplomata® e Armigen® não são indicados para o controle de *S. frugiperda* devido sua alta especificidade. Sugere-se para futuros trabalhos avaliar a patogenicidade de outras espécies vírus e bactérias entomopatogênicas, com diferentes doses de aplicação, pode-se também avaliar efeitos secundários em gerações seguintes, além da mortalidade.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo. Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Código de Financiamento 001; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), pelos recursos para publicar este manuscrito; aos membros do grupo de pesquisa LAMIP.

Referências

- Afonso-Rosa, A. P. S., & Barcelos, H. T. (2012). *Bioecologia e controle de Spodoptera frugiperda em milho*. (Embrapa Clima Temperado. documentos, 344.). Embrapa. 11p.
- Alves, S. B., Lopes, R. B., Vieira, S. A., & Tamai, M. A. (2008). Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. *Controle microbiano de pragas na América Latina. FEALQ*, 14, 414.
- Araújo, I. da S., Oliveira, G. M. de, Lacerda, L. B. de, Batista, J. de L., & Lopes, G. N. (2019). Perspectivas atuais da utilização de bioinseticidas em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 7(3). <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/315>
- Boregas, K. G. B., Mendes, S. M., Waquil, J. M., & Fernandes, G. W. (2013). Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. *Bragantia*, 72(1), 61–70. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013000100009>
- Busato, G. R., Grützmacher, A. D., Garcia, M. S., Giolo, F. P., & Nörnberg, S. D. (2004). Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas temperaturas. *Ciência e Agrotecnologia*, 28(6), 1278–1283.
- Capalbo, D. M. F., ARANTES, O., & Suzuki, M. T. (2005). *Bacillus thuringiensis*. *Embrapa Meio Ambiente-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 34, 78–85.
- Carvalho, R. P. L. (1970). Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo. ESALQ.
- Crickmore, N. (2017). *Bacillus thuringiensis* toxin classification. In *Bacillus thuringiensis and Lysinibacillus sphaericus* (p. 41–52). Springer.
- Dalvi, L. P., Andrade, G. S., Pratisoli, D., Polanczyk, R. A., & de Melo, R. L. (2011). Compatibility of biological agents to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrarian*, 4(12), 79–83.
- EMBRAPA (2013). *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura e abastecimento. Ações emergenciais propostas pela EMBRAPA para o manejo integrado de Helicoverpa spp. em áreas agrícolas*. <https://www.embrapa.br/documents/10180/102515/A%C3%A7%C3%B5es+emergenciais+propostas+pela+Embrapa++Documento+oficial/3a569ce1-c132-4bfa-8314-bc993ce8b920>.
- Glare, T. R., & O'callaghan, M. (2000). *Bacillus thuringiensis* biology, ecology and safety (Número 632.951 G5).

- Gómez, I., Pardo-López, L., Muñoz-Garay, C., Fernández, L. E., Pérez, C., Sánchez, J., Soberón, M., & Bravo, A. (2007). Role of receptor interaction in the mode of action of insecticidal Cry and Cyt toxins produced by *Bacillus thuringiensis*. *Peptides*, 28(1), 169–173.
- Loureiro, E. de S., Nocchi, M. J., Pessoa, L. G. A., Dias, P. M., & Devoz, G. L. R. (2020). Manejo de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) com bioinseticidas. *Research, Society and Development*, 9(7), e280974142. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4142>
- Martignoni, M. E. (1986). *A catalog of viral diseases of insects, mites, and ticks* (Vol. 195). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Matioli, T. F. (2020). *Mercado de Controle Biológico: Perspectivas e mais!* <https://blog.aegro.com.br/mercado-de-controle-biologico/>
- Pardo-López, L., Soberón, M., & Bravo, A. (2013). *Bacillus thuringiensis* insecticidal three-domain Cry toxins: Mode of action, insect resistance and consequences for crop protection. *FEMS Microbiology Reviews*, 37(1), 3–22. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2012.00341.x>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Polanczyk, R. A., Silva, R. F. P. da, & Fiuza, L. M. (2000). Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* strains against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Brazilian Journal of Microbiology*, 31(3), 164–166.
- Simonato, J. (2018). Avaliação do potencial de inimigos naturais no controle biológico de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805)(Lepidoptera: Noctuidae). *Embrapa Agropecuária Oeste-Tese/dissertação (ALICE)*.
- Souza, C., Valicente, F. H., Fadini, M. A. M., & Polanczyk, R. A. (2017). Action spectrum of *Baculovirus spodoptera* on lepidoptera pests. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Valaitis, A. P., & Podgwaite, J. D. (2013). *Bacillus thuringiensis* Cry1A toxin-binding glycoconjugates present on the brush border membrane and in the peritrophic membrane of the Douglas-fir tussock moth are peritrophins. *Journal of Invertebrate Pathology*, 112(1), 1–8.
- Valicente, F. H. (2015). Manejo Integrado de Pragas na cultura do milho. *Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.