

**Manejo de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)  
com bioinseticidas**

**Management of *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)  
with bioinsecticides**

**Manejo de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)  
con bioinseticidas**

Recebido: 01/05/2020 | Revisado: 04/05/2020 | Aceito: 06/05/2020 | Publicado: 12/05/2020

**Elisângela de Souza Loureiro**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9708-3775>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [elisangela.loureiro@ufms.br](mailto:elisangela.loureiro@ufms.br)

**Maicon José Nocchi**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4532-8504>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [josenocchimaicon@gmail.com](mailto:josenocchimaicon@gmail.com)

**Luis Gustavo Amorim Pessoa**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4646-062X>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [luis.pessoa@ufms.br](mailto:luis.pessoa@ufms.br)

**Pamella Mingotti Dias**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0963-9455>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [pamellamingotti@hotmail.com](mailto:pamellamingotti@hotmail.com)

**Gabriel Luiz Reis Devoz**

<http://orcid.org/0000-0002-3572-1591>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [gabriel.devoz@gmail.com](mailto:gabriel.devoz@gmail.com)

## Resumo

A lagarta das vagens *Spodoptera cosmioides*, vem causando sérios prejuízos às culturas de interesse econômico no Brasil, especialmente a da soja (*Glycine max*), demandando a necessidade de se encontrar uma maneira sustentável e eficiente de manejar essa praga. O presente trabalho avaliou a eficiência do controle biológico aplicado e controle químico no manejo da *S. cosmioides* na cultura da soja em condições de campo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), composto por cinco tratamentos, quatro blocos e três aplicações. Foram testados *Bacillus thuringiensis* (Bt) a 200 mL ha<sup>-1</sup>, *Metarhizium rileyi* isolado UFMS 03 a 2,0 Kg ha<sup>-1</sup>, *Baculovirus* a 200mL ha<sup>-1</sup>, Diamida Antranilica a 50mL ha<sup>-1</sup> e a testemunha (sem aplicação de produto), sendo misturados com espalhante adesivo (Tween 80<sup>®</sup> 0,01%). Avaliou-se o número de lagartas vivas, e a eficiência dos produtos testados através da redução da população do inseto-praga, além de parâmetros fitotécnicos. O bioinseticida a base de *B. thuringiensis* foi o mais eficiente no controle de *S. cosmioides*, proporcionando melhores parâmetros fitotécnicos. A produtividade total estimada apresentou resultados superiores estatisticamente para os tratamentos biológicos, exceto para o tratamento com *Baculovirus*.

**Palavras-chave:** Controle biológico; Entomopatógenos; Lagarta das vagens.

## Abstract

The *Spodoptera cosmioides* pod caterpillar has been causing serious damage to crop of economic interest in Brazil, especially soybean (*Glycine max*), demanding the need to find a sustainable and efficient way to manage this pest. The present work evaluated the efficiency of applied biological control and chemical control in the management of *S. cosmioides* in soybean culture under field conditions. The experimental design used was randomized blocks (DBC), composed of five treatments, four blocks and three applications. *Bacillus thuringiensis* (Bt) was tested at 200 mL ha<sup>-1</sup>, *Metarhizium rileyi* isolated UFMS 03 at 2.0 Kg ha<sup>-1</sup>, *Baculovirus* at 200mL ha<sup>-1</sup>, Diamide Anthranilica at 50mL ha<sup>-1</sup> and the control (without product application), being mixed with adhesive spreader (Tween 80<sup>®</sup> 0.01%). The number of live caterpillars was evaluated, as well as the efficiency of the tested products through the reduction of the insect pest population, in addition to phytotechnical parameters. The bioinsecticide based on *B. thuringiensis* was the most efficient in controlling *S. cosmioides*, providing better phytotechnical parameters. The estimated total productivity showed statistically superior results for biological treatments, except for treatment with *Baculovirus*.

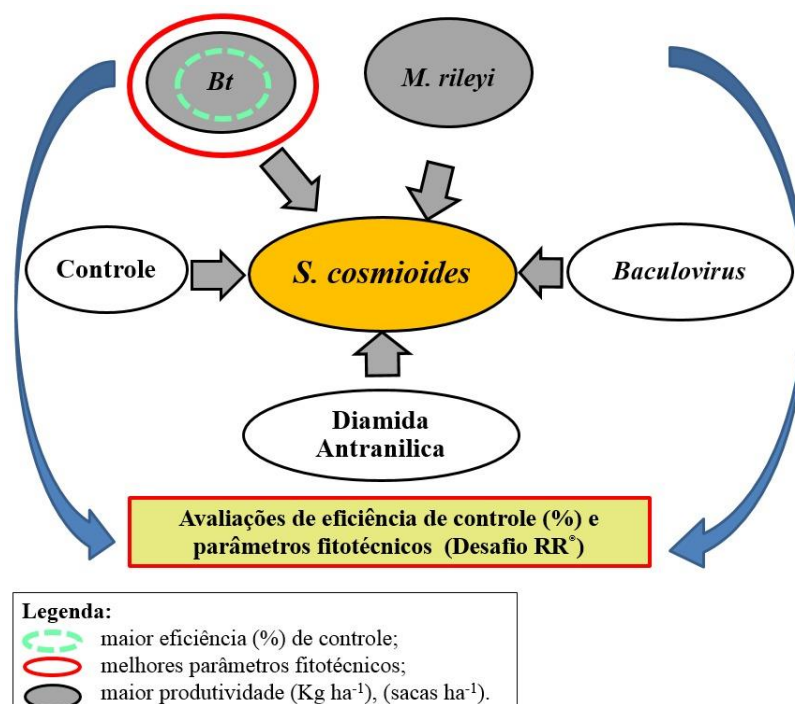
**Keywords:** Biological control; Microbial control; Defoliating caterpillar soy.

## Resumen

La oruga poddo *Spodoptera cosmioides* ha estado causando graves daños a los cultivos de interés económico en Brasil, especialmente a la soja (*Glycine max*), lo que requiere la necesidad de encontrar una forma sostenible y eficiente de controlar esta plaga. El presente trabajo evaluó la eficiencia del control biológico y químico aplicado en el manejo de *S. cosmioides* en cultivo de soja en condiciones de campo. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar (DBC), que consta de cinco tratamientos, cuatro bloques y tres aplicaciones. *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) se probó a 200 mL ha<sup>-1</sup>, *Metarhizium rileyi* aisló UFMS 03 a 2.0 Kg ha<sup>-1</sup>, *Baculovirus* a 200 mL ha<sup>-1</sup>, Diamida Anthranilica a 50 mL ha<sup>-1</sup> y el control (sin aplicación del producto), que se mezcla con esparcidor de adhesivo (Tween 80<sup>®</sup> 0.01%). Se evaluó el número de orugas vivas, así como la eficiencia de los productos probados, al reducir la población de plagas de insectos, además de los parámetros fitotécnicos. El bioinsecticida basado en *B. thuringiensis* fue el más eficiente en el control de *S. cosmioides*, proporcionando mejores parámetros fitotécnicos. La productividad total estimada mostró resultados estadísticamente superiores para los tratamientos biológicos, excepto para el tratamiento con *Baculovirus*.

**Palabras clave:** Control biológico; Entomopatógenos; Oruga de vaina.

## Graphical abstract



## 1. Introdução

A soja *Glycine max* (L.) Merrill, se destaca como um dos principais cultivos brasileiros, contribuindo ativamente para a economia do país. Na safra 2019/2020 produziu-se 125,6 milhões de toneladas, desse total, o estado do Mato Grosso do Sul colaborou com 9,9 milhões de toneladas (CONAB, 2020). A cultura da soja, juntamente com o algodão, milho e feijão, sofrem constantemente com ataques de lagartas, especialmente a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) cujas infestações são mais frequentes nas culturas de soja (Fronza et al., 2013).

A espécie *S. cosmioides* atinge alta densidade populacional, aumentando a necessidade de aplicações de inseticidas para seu controle (Lima et al., 2015, Nocchi, 2017). Contudo, o uso frequente dessas substâncias causa a eliminação de entomopatógenos e entomófagos, favorecendo o aumento das populações de pragas, anteriormente consideradas secundárias como o complexo de lagartas do gênero *Spodoptera* e *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) entre outros artrópodes-pragas (Bueno et al., 2010).

A eficiência dos produtos utilizados para o controle destas lagartas pode ser comprometida, devido às mesmas consumirem as estruturas reprodutivas das plantas, abrigando-se nas folhas próximo às vagens, que por sua vez, proporcionam uma barreira protetora para estes artrópodes-pragas, dificultando que o inseticida atinja o alvo com eficácia (Corrêa, Oliveira & Valicente, 2012). Além disso, a existência de cultivares de soja com grande quantidade de massa foliar também dificulta a penetração da calda no dossel (Prado et al., 2010).

Dentre os agentes envolvidos no controle biológico, os microrganismos ocorrem naturalmente no agroecossistema, algumas espécies são responsáveis por doenças ou distúrbios metabólicos que levam os insetos à morte (Alves, 1998, Lopes et al., 2018). Entre os entomopatógenos utilizados no manejo de lagartas em cultivos de soja, destacam-se o fungo *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) (Kepler et al., 2014, Loureiro et al., 2020), a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Eubacteriales: Bacilaceae) e os vírus da família Baculoviridae (Alves & Lopes, 2008, Wraight et al., 2010).

O fungo *M. rileyi*, possui cerca de 90% de hospedeiros lepidópteros, com registros de epizootias em lagartas Noctuidae nas culturas de algodão e soja, em populações de campo (Costa et al., 2015, Dias et al., 2019).

A bactéria *B. thuringiensis* produz inclusões proteicas cristalinas que agem inicialmente sobre o epitélio intestinal médio levando ao desequilíbrio osmótico resultando na

interrupção da alimentação e posteriormente, paralisia do intestino, causando a morte do inseto entre 2 e 4 dias (Habib & Andrade 1998, Bueno et al. 2012).

Os baculovírus são vírus patogênicos a insetos, encontrados principalmente na ordem Lepidoptera, por serem específicos e restritos a invertebrados, são considerados agentes seguros de controle biológico (Moscardi, 1999, Valicente & Tuelher, 2009, Serrano et al., 2013).

Existem poucos inseticidas registrados no Brasil para *S. cosmioides* (Metomil e Teflubenzuron) (MAPA, 2020). Desse modo, o manejo desses insetos baseia-se na aplicação de métodos alternativos que possuem como foco, parasitar às lagartas *Anticarsia gemmatalis* (Hubner), *C. includens* e *Chloridea virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae), uma vez que elas possuem resistência natural aos inseticidas, fazendo com que essas substâncias tenham baixa eficiência (Carvalho et al., 2013, Saleem et al., 2016).

Diante destas informações, este trabalho objetivou-se estudar a eficiência do controle microbiano e químico no manejo de *S. cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja.

## 2. Metodologia

O experimento foi realizado segundo a metodologia de pesquisa laboratorial de natureza qualitativa e quantitativa proposto por Pereira et al. (2018), em área pertencente a Fazenda Bianchessi, localizada na Rodovia BR 060, Km 30 no município de Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Centro-Oeste, Brasil, com latitude S18° 55' 429", longitude W 052° 48' 501".

Realizou-se a semeadura da cultivar de soja transgênica Desafio RR<sup>®</sup>, através do sistema de plantio direto sobre a palhada de milho, com espaçamento entre linhas de 0,45 m com 20 plantas por metro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos (*Metarhizium rileyi* isolado UFMS 03; *Baculovirus* (Gemstar<sup>®</sup>); *Bacillus thuringiensis* (Dipel<sup>®</sup>); Diamida Antranilica (Premio<sup>®</sup>) e Testemunha) e 4 blocos, totalizando 20 parcelas, cada uma composta por 15 linhas x 20 m. Foram aplicados os seguintes tratamentos: 2Kg ha<sup>-1</sup> do fungo *M. rileyi* UFMS 03, na concentração de 1,0×10<sup>9</sup> conídios mL<sup>-1</sup>, sendo misturado o espalhante adesivo (Tween 80<sup>®</sup> 0,01%), (Lima et al. 2015); 200mL ha<sup>-1</sup> de *Baculovirus* (Gemstar<sup>®</sup>); 200 mL ha<sup>-1</sup> *B. thuringiensis* (Dipel<sup>®</sup>); 50mL ha<sup>-1</sup> do inseticida Diamida Antranilica (Premio<sup>®</sup>) e Testemunha (sem aplicação de produtos).

As dosagens utilizadas para cada produto comercial seguiram corretamente as recomendações do fabricante e, para a multiplicação do fungo *M. rileyi* seguiu-se a metodologia adaptada proposta por Loureiro et al. (2019). Todos os tratamentos foram aplicados três vezes, usando pulverizador costal com ponta tipo cone regulável, com volume de 200 L ha<sup>-1</sup>, após as 16:00 horas com temperaturas variando entre 25 a 27 °C, umidade relativa (UR) de 80±10%, condições essas favoráveis para os produtos biológicos, evitando degradação.

Para o manejo de plantas daninhas foi aplicado 1,5 L ha<sup>-1</sup> do herbicida Roundup®. Também foi realizado a aplicação de 200 mL ha<sup>-1</sup> do fungicida Fox®, acrescido de 3mL de solução de óleo áureo em 20 L de água em intervalo de tempo entre as aplicações dos tratamentos de 7 e 14 dias após a aplicação para que não ocorresse interferência na utilização dos bioinseticidas.

Foram instaladas armadilhas de feromônio para a detecção inicial dos lepidópteros com vistoria a cada três dias. O monitoramento da praga iniciou-se após a emergência das plantas, visto que o ataque de lagartas pode ocorrer também na fase vegetativa. As amostragens foram realizadas com o auxílio do pano de batida nas três linhas centrais de cada parcela, com intervalos de sete dias, após a aplicação, prosseguindo até a dessecação das plantas, 65 dias após o plantio. As decisões para aplicação dos tratamentos foram tomadas com a presença de 8 lagartas para o tratamento testemunha, independente do instar em que se encontravam, sendo necessárias três aplicações.

Os dados obtidos referentes à mortalidade dos insetos foram avaliados e submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos analisados pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Avaliou-se a eficiência dos diferentes produtos testados pela fórmula (Henderson & Tilton (1955). Os parâmetros fitotécnicos foram calculados segundo a metodologia de Lee & Herbek (2016) com adaptações. Após os dados foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos, a homogeneidade de variância dos tratamentos para permitir a aplicação da ANOVA.

### 3. Resultados e Discussão

Nas amostragens realizadas verificou-se ocorrência apenas de lagartas *S. cosmioides* a partir do estágio vegetativo da soja (V2), observando-se diferença significativa entre o número de insetos encontrados antes de cada uma das três aplicações realizadas (Tabela 1). Após a primeira pulverização observou-se redução significativa na infestação de lagartas em

todos os tratamentos quando comparado ao tratamento Testemunha. Entre os tratamentos fitossanitários utilizados, observou-se que *B. thuringiensis* e *M. rileyi* diferiram do inseticida e não verificou-se diferença entre *Baculovirus* e o inseticida (Tabela 1). Kuss et al. (2016) observaram que *B. thuringiensis* causou elevada taxa de mortalidade de pragas agrícolas, chegando a 100% em lagartas da família Noctuidae. Segundo Chaudhari et al. (2015), o controle biológico com fungos entomopatogênicos constitui-se como uma tática economicamente viável e vantajosa.

Trabalhos realizados *in vitro* por Gardner & Fuxa (1980) e Gardner, Noblet & Schwehr (1984), com fungos entomopatogênicos sobre a lagarta do cartucho, demonstraram mortalidade de 30 a 45%, respectivamente. Estes autores descreveram que embora estes microrganismos sejam frequentemente encontrados infectando lagartas no campo, a virulência é reduzida, e para o trabalho *in vitro*, é necessária obtenção de isolados mais eficazes.

**Tabela 1.** Número médio de lagartas (*Spodoptera cosmioides*) vivas, presentes na cultivar de soja desafio, antes e após a aplicação de produtos biológicos e químico.

Tratamentos	Prévia 1ª aplicação	Após 1ª aplicação	Prévia 2ª aplicação	Após 2ª aplicação	Prévia 3ª aplicação	Após 3ª aplicação
Testemunha	8,00 eA	16,25 cD	11,08 cC	22,83 cE	8,92 dAB	10,17 dB
<i>Bacillus thuringiensis</i>	4,91 cE	1,92 aB	3,08 bC	0,92 aA	3,92 aD	0,83 aA
<i>Metarhizium rileyi</i> UFMS 03	2,92 aB	1,92 aA	2,00 aA	1,84 abA	5,00 bC	2,08 bA
<i>Baculovirus</i>	4,08 bB	2,92 abA	3,00 bA	3,00 bA	6,00 cC	4,08 cB
Diamida Antranilica	6,00 dC	4,08 bBC	3,08 bAB	2,92 bA	6,00 cC	4,58 cC
CV (%)	4,17	31,06	4,99	21,48	3,09	11,94
DMS	0,25	1,94	0,26	1,56	0,21	0,6

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Bernardes & Polanczky (2011) trabalhando com *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), testaram 23 cepas de *B. thuringiensis* da formulação comercial Dipel®, visando sua utilização em programas de manejo desta lagarta, eles perceberam a suscetibilidade e a toxicidade das cepas, sendo que cinco delas (80, 633, 716, 997, 1054) causaram mortalidade superior a 90%.

Antes da segunda pulverização havia infestação menor de lagartas *S. cosmioides* no tratamento com *M. rileyi*, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 1). Após a segunda pulverização, *B. thuringiensis* diferiu dos demais tratamentos, exceto para *M. rileyi*. Na

segunda avaliação, ocorreu diferença estatística entre a testemunha e os demais tratamentos (Tabela 1).

Houve a necessidade de uma terceira aplicação, devido o número de lagartas atingir novamente o nível de controle. Anteriormente e após a terceira pulverização a infestação de lagartas foi menor nas parcelas com o tratamento *B. thuringiensis*, proporcionando significativa diminuição da infestação de *S. cosmioides*. Não ocorreu diferença estatística nos tratamentos testemunha e o inseticida na terceira avaliação (Tabela 1).

O menor número de lagartas vivas foi obtido pulverizando-se a bactéria *B. thuringiensis*, esta redução pode ser explicada pelo fato que a redução do pH intestinal causada pela ação das toxinas Cry favorece a disseminação dos esporos pelo corpo do inseto, causando uma infecção generalizada (Glare & O'Callaghan, 2000).

Neste estudo, o *B. thuringiensis* foi o bioinseticida mais promissor, apresentando controle das lagartas acima de 80,0% após cada avaliação, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. No presente trabalho, também foi verificada baixa eficiência após três pulverizações de *M. rileyi* em *S. cosmioides* (67,63, 55,35 e 63,51%, respectivamente). O entomopatógeno *Baculovirus* Gemstar® LC foi o que apresentou menor eficácia (40,36 a 64%), além de apresentar similaridade com o Diamida Antranilica, que teve eficiência de 66,52% na primeira aplicação, reduzindo para 33,05% na terceira, abaixo da eficiência esperada (Tabela 2).

**Tabela 2.** Eficiência de controle (%) após aplicação de produtos biológicos e químico em soja cultivar Desafio.

Tratamento	Eficiência após a 1ª pulverização	Eficiência após a 2ª pulverização	Eficiência após a 3ª pulverização
Testemunha	----	----	----
<i>Bacillus thuringiensis</i>	80,75 a	85,50 a	81,43 a
<i>Metarhizium rileyi</i> - UFMS 03	67,63 b	55,35 b	63,51 b
<i>Baculovirus</i>	64,77 b	51,47 b	40,36 c
Diamida Antranilica	66,52 b	53,99 b	33,05 d
CV (%)	3,18	4,86	2,20

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A baixa eficiência de *M. rileyi* pode ser explicada pela baixa suscetibilidade do hospedeiro ao entomopatógeno como sugerido por Moino Junior (2009). Lee et al. (2012)



observaram a eficiência de *M. rileyi* variando de 20 a 54% em lagartas de *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Por outro lado, Puttler, Ignoffo & Hostetter (1976) evidenciaram 82% de mortalidade para a mesma espécie. No trabalho de Loureiro et al. (2020), foi avaliaram a eficiência do mesmo isolado de *M. rileyi* em *S. cosmioides* em laboratório, e constataram que o isolado UFMS 03 de *M. rileyi* apresentou 98% de eficiência. Tal variação, levou Chaudhari et al. (2015) a destacarem a importância de estudos detalhados do perfil enzimático quitinolítico de *M. rileyi* para verificar a virulência em *S. cosmioides*.

Santos et al. (2009) avaliaram a atividade individual das toxinas Cry1Aa e Cry1Ab presentes no bioinseticida Dipel<sup>®</sup>, resultando em toxicidade para as espécies *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *S. cosmioides* e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). As espécies do gênero *Spodoptera* apresentam pH menos alcalino que outras espécies de Noctuidae, condição que limita o processo de solubilização de várias proteínas (Monerat & Bravo, 2000), um fator que pode ter ocorrido no presente trabalho.

Em estudos para o manejo de *S. eridania* Pereira et al. (2009) constataram a eficiência dos bioinseticida Dipel<sup>®</sup> no controle de lagartas de primeiro e terceiro instares.

As diferenças na suscetibilidade acima elencadas podem ser devido à presença e ausência de receptores específicos para as toxinas Cry, nas microvilosidades apicais das células colunares do intestino médio das lagartas (Gómez et al., 2007, Valaitis & Podgwaite, 2013).

Além das toxinas, pode ocorrer uma septicemia pelos próprios esporos de *B. thuringiensis* contribuindo para sua toxicidade, podendo ocorrer à germinação no interior do inseto (Raymond et al., 2008). De acordo com Ge et al. (1991) e Caramori, Albertini & Galizzi (1991), a eficiência de *Bt*, está relacionada com a especificidade e a capacidade de solubilizar os cristais das proteínas Cry, o que no caso da formulação Dipel<sup>®</sup>, demonstrou alta virulência para *S. cosmioides*. Esses resultados corroboram com os observados no presente trabalho, demonstrando eficiência de *B. thuringiensis* para manejo de *S. cosmioides* em soja.

Chaudhari et al. (2015) observaram que a ação do fungo foi mais eficaz em larvas de estágio precoce do que as larvas dos últimos instares de *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) e essa redução na susceptibilidade pode ser atribuída por constituintes químicos do corpo, como o espessamento da cutícula em lagartas de instares avançados e o aumento do mecanismo de defesa humoral a infecções microbianas.

A baixa eficiência do *Baculovirus* pode ser explicada pela sua composição, que tem como alvo biológico *Helicoverpa* sp. (VPN – HzSNPV) (*Baculovirus*), e não às lagartas *S. cosmioides*. Em experimento realizado na cultura do milho Corrêa, Oliveira & Valicente

(2012), observaram que o inseticida microbiano *Baculovirus spodoptera* (dosagem de 50 mL ha<sup>-1</sup>) proporcionou baixa eficiência, após 72 horas de aplicação e, atingiu o índice satisfatório somente 144 horas. Para Valicente & Cruz (1991), o tempo de aparecimento dos primeiros sintomas da doença, assim como a morte do inseto infectado pelo vírus é influenciado por alguns fatores, como o instar em que ocorreu a infecção, a quantidade do patógeno que foi ingerida, a virulência e as condições climáticas durante o período em que o inseto foi infectado.

Em estudo realizado na cultura da soja em campo Kuss et al. (2016), observou a eficiência de *Baculovirus* e *B. thuringiensis* sobre lagartas de 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> instar. No entanto, *Baculovirus* atingiu 100% de mortalidade das lagartas de 2<sup>o</sup> instar, 8 dias após a pulverização, enquanto para as lagartas de 3<sup>o</sup> instar, a mortalidade atingiu 91,5%. Os autores relataram ainda que diferentes produtos comerciais que contêm *B. thuringiensis* apresentaram eficiência semelhante entre si, como as formulações de suspensão concentrada de Dipel®, proporcionando mortalidade aos oito dias após a pulverização variando de 97,5 a 100% para lagartas de 2<sup>o</sup> instar e de 87,5 a 90,0% para lagartas de 3<sup>o</sup> instar.

A eficiência proporcionada pelo inseticida utilizado neste estudo, foi inferior à esperada, cujo valor deveria ser de no mínimo 80%, para que este possa ser considerado ideal ao uso (Tomquelski & Martins, 2007).

No presente trabalho, utilizou-se o inseticida do grupo químico Diamida Antranilica, marca comercial Premio®. O modo de ação das diamidas acontece em decorrência da intoxicação com a molécula, o inseto sofre uma súbita paralização da alimentação, letargia, paralisia e por fim morte (Hanning, Zeigler & Marcon, 2009).

Ribeiro (2014) trabalhando com diamidas no controle de *S. frugiperda*, *in vitro*, relatou que não há registros de resistência dessas lagartas ao inseticida. Entretanto isso pode estar relacionado ao mecanismo de ação, distinto de outros grupos de inseticidas, e apesar disso na safra 2013-14 foram observados aumentos no percentual de sobrevivência dessa espécie, nos estados da Bahia e Goiás. Existem relatos de baixa suscetibilidade para várias espécies de insetos como *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae) nos Estados Unidos (Sial, Brunner & Garczynski, 2011), *S. exigua* (Lai, Li & Su, 2011) e *H. armigera* na China (Cao et al., 2010).

Em sistemas agrícolas, cujas pragas são reguladas por outros patógenos, a utilização constante de bioinseticidas que atuam como agentes do controle biológico natural e, devem ser considerados com maior ênfase (Polanczky & Alves, 2005). No que se refere à produtividade, neste estudo não houve diferença entre o número de plantas por metro, quando

comparado os tratamentos biológicos com o *Baculovirus* e Diamida Antranilica. As cultivares tratadas com entomopatógenos *B. thuringiensis* e *M. rileyi* apresentaram maior número de vagens por planta não diferiram entre si e proporcionaram resultado significativamente superior aos demais tratamentos (Tabela 3). O número de grãos por vagens não diferiu em relação aos tratamentos.

Para a massa de 1000 grãos, observa-se na Tabela 3 que *B. thuringiensis* e *M. rileyi* apresentaram resultados superiores aos demais tratamentos, mas não houve diferença entre o tratamento e *Baculovirus*, que também não diferiu da Diamida Antranilica. A produtividade total estimada, apresentou resultados superiores estatisticamente para os tratamentos biológicos em relação ao químico e a testemunha, exceto para *Baculovirus*.

**Tabela 3.** Número de Plantas ( $\pm$  EP)<sup>1</sup> m<sup>-1</sup>, Número de Vagens Planta<sup>-1</sup>, Número de Grãos Vagens<sup>-1</sup>, Massa de 1.000 grãos (M 1.000 G) e Produtividade da soja (sacas ha<sup>-1</sup>), cultivar de soja DESAFIO, em função dos tratamentos avaliados.

Tratamento	Plantas m <sup>-1</sup>	Vagens Planta <sup>-1</sup>	Grãos Vagens <sup>-1</sup>	M 1.000 G (g)	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (sacas ha <sup>-1</sup> )
<i>M. rileyi</i> isolado						
UFMS 03	14,35 $\pm$ 0,15 a	39,21 $\pm$ 0,27 a	2,208 $\pm$ 0,18 a	0,131 $\pm$ 0,230 a	3644.044 $\pm$ 8,139 b	60,7 $\pm$ 0,1 b
<i>B. thuringiensis</i>	14,08 $\pm$ 0,28 ab	38,64 $\pm$ 0,24 a	2,500 $\pm$ 0,29 a	0,131 $\pm$ 0,183 a	3967.530 $\pm$ 11,657 a	66,2 $\pm$ 0,1 a
<i>Baculovirus</i>	14,2 $\pm$ 0,23 ab	36,96 $\pm$ 0,06 b	2,192 $\pm$ 0,08 a	0,130 $\pm$ 0,053 ab	3323.223 $\pm$ 3,714 d	55,4 $\pm$ 0,4 d
Diamida Antranilica	13,9 $\pm$ 0,15 bc	36,61 $\pm$ 0,28 b	2,450 $\pm$ 0,12 a	0,128 $\pm$ 0,115 b	3572.209 $\pm$ 5,469 c	59,5 $\pm$ 0,2 c
Testemunha	13,64 $\pm$ 0,58 c	34,08 $\pm$ 0,16 c	2,416 $\pm$ 0,349 a	0,123 $\pm$ 0,348 c	3064.105 $\pm$ 11,838 e	51,3 $\pm$ 0,1 e
CV (%)	1,85	3,03	14,24	1,57	14,80	9,37

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup> Erro padrão da média (EP)

Dentre os melhores tratamentos fitossanitários, destacou-se *B. thuringiensis* o qual proporcionou incremento de 15 e 7 sacas/ha em relação a Testemunha e ao inseticida (Tabela 3). Esse fato pode ter ocorrido através da atuação dos produtos biológicos *B. thuringiensis* e *M. rileyi*, que possibilitaram o desenvolvimento de um maior número de vagens por planta e consequentemente maior produtividade. O menor número de lagartas não reduziu a área foliar preservando a relação fonte-dreno entre essa massa foliar e o pleno desenvolvimento das vagens (Taiz & Zeiger, 2013).

Este trabalho elucidou a importância econômica e ambiental da utilização da bactéria *B. thuringiensis*, *Baculovirus* e do fungo *M. rileyi* para o controle de *H. armigera* em campo.

#### 4. Considerações Finais

Nas condições testadas, o bioinseticida a base de *B. thuringiensis* na dose de 200 mL ha<sup>-1</sup> apresentou melhor eficiência no controle de lagartas de *S. cosmioides*, proporcionando melhorias significativas na produtividade.

Considerando a importância econômica e ambiental desses resultados, novos estudos utilizando diferentes strains de *M. rileyi*, outros bioinseticidas e diferentes dosagens são necessários para melhor elucidar o potencial destes agentes, aumentando a eficiência de controle em menor tempo, para serem inseridos no manejo integrado desta espécie-praga.

#### Agradecimentos

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

Alves, S. B. (1998). *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba: Fealq.

Alves, S. B. & Lopes, R. B. (2008). *Controle Microbiano de Pragas na América Latina: Avanços e Desafios*. Piracicaba: Fealq

Bernardes, C. O. & Polanczyk, R. A. (2011). Patogenicidade e Virulência de *Bacillus thuringiensis* Berliner Para *Anticarsia gemmatalis* Hübner. In: 15° Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 11° Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e 5° Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior na Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, SP. Disponível em:  
[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2011/anais/arquivos/RE\\_0095\\_0359\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/RE_0095_0359_01.pdf). Acesso em: 21 Abr 2020.

Bueno, A. F., Batistela, M. J., Moscardi, F., Bueno, R. C. O. F., Nishikawa, M., Hidalgo, G., Silva, L., Garcia, A., Corbo, E. & Silva, R. B. (2010). *Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade*. Londrina: EMBRAPA. 11 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 79).

Bueno, A. F., Sosa-Gómez, D. R., Corrêa-Ferreira, B. S., Moscardi, F. & Bueno, R. C. O. F. (2012). *Inimigos naturais das pragas da soja*. In: Hoffmann-Campos, C. B., Corrêa-Ferreira, B. S. & Moscardi, F. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Brasília: Embrapa.

Cao, G., Lu, Q., Zhang, L., Guo, F., Liang, G., Wu, K., Wyckhuys, K. A. G. & Guo, I. (2010). Toxicity of chlorantraniliprole to Cry1Ac-susceptible and resistant strains of *Helicoverpa armigera*. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 98, 99-103.

Caramori, T., Albertini, A. M. & Galizzi, A. (1991). In vivo generation of hybrids between two *Bacillus thuringiensis* insect-toxin-encoding genes. *Gene*, 98, 37-44.

Carvalho, R. A., Omoto, C., Field, L. M., Williamson, M. S. & Bass, C. (2013). Investigating the molecular mechanisms of organophosphate and pyrethroid resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Plos One*, 8(4), e62268.

Chaudhari, C. S., Chandele, A. G., Pokharkar, D. S. & Dethe, M. D. (2015). Pathogenicity of Different Isolates of Entomopathogenic Fungus, *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson Against Tobacco Caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius). *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 86(4), 1001-1007.

CONAB. (2020). *Acompanhamento da safra Brasileira. Grãos. Boletim grãos. v. 7 - safra 2019/20 - n. 6 - Sexto levantamento. Acesso em 20 março, em <http://www.conab.gov.br>>.*

Corrêa, M. B., Oliveira, N. C. & Valicente, F. H. (2012) . Manejo da lagarta-do-cartucho na cultura do milho: Aplicação de *Baculovirus spodoptera* isolado e associado com inseticida. *Campo Digital: Revista de Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias*, 7(1), 59-67.

Costa, V. H. D., Soares, A. M., Rodriguez, F. A. D., Zanuncio, J. C., Silva, I. M. & Valicente, F. H. (2015). *Nomuraea rileyi* (Hypocreales: Clavicipitaceae) in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Brazil. *Florida Entomologist*, 98(2), 796-798.

Dias, P. M., Loureiro, E. S. L., Pessoa, L. G. A, Oliveira Neto, F. M., Tosta, R. A. S. & Teodoro, P. E. (2019). Interactions between Fungal-Infected *Helicoverpa armigera* and the Predator *Chrysoperla externa*. *Insects*, 10(309), 1-11.

Fronza, E., Miguez, I., Specht, A., Barros, N. M. & Heinzen, H. (2013). Identification of  $\alpha$ -tocopherol and  $\alpha$ -tocopheryl acetate from the cuticle of soybean pods armyworm (*Spodoptera cosmioides*). *Natural Product Research*, 27, 1-4.

Gardner, W.A. & Fuxa, J. R. (1980). Pathogens for the suppression of the fall armyworm. *Florida Entomologist*, 63, 439-447.

Gardner, W. A., Noblet, R. & Schwehr, R. (1984). The potential of microbial agents in managing populations of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*, 67, 325-332.

Glare, T. R. & O'Callaghan, M. (2000). *Bacillus thuringiensis: biology ecology and safety*. Chichester: John Wiley & Sons.

Gómez, I., Pardo-López, L., Muñoz-Garay, C., Fernandez, 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, 169-173.

Habib, M. E. M. & Andrade, C. F. S. (1998). *Bactérias entomopatogênicas*. In: Alves, S. B. *Controle Microbiano de Insetos*. Piracicaba: FEALQ.

Henderson, C. F. & Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal Economic Entomology*, 48(2), 157-161.

Kepler, R. M., Humber, R. A., Bischoff, J. F. & Rehner, S. A. (2014). Clarification of generic and species boundaries for *Metarhizium* and related fungi through multigene phylogenetics. *Mycologia*, 106(4), 464-480.

Kuss, C. C., Roggia, R. C. R., Basso, C. J., Oliveira, M. C. N., Pias, O. H. C. & Roggia, S. (2016). Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(5), 527-536.

Lai, T., Li, J. & Su, J. (2011). Monitoring of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to chlorantraniliprole in China. *Pesticides Biochemistry Physiology*, 101, 198-205.

Lee, C. & Herbek, J. (2016). Estimating Soybean Yield. University of Kentucky – College of Agriculture, Disponível em: <<http://www2.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr188/agr188.pdf>> Acesso em: (23 abril de 2020).

Lee, W. W., Shin, T. Y., Kosh, C. H., Oi, J. B., Bae, S. M. & Woo, E. S. D. (2012). Characteristics and Virulence Assay of Entomopathogenic Fungus *Nomuraea rileyi* for the Microbial Control of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Brazilian Journal Microbiology*, 48, 284-292.

Lima, A. R., Loureiro, E. S., Muchalak, F., Taira, T. L., Ferreira, F. N. & Nocchi, M. J. (2015). Ocorrência de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson na *Spodoptera cosmioide* (Walk., 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) em Chapadão do Sul-MS. *Tecnologia Ciência Agropecuária*, 9(2), 57-59.



Lopes, R. B., Souza, D. A., Rocha, L. F. N., Montalva, C., Luz, C., Humber, R. A. & Faria, M. (2018). *Metarhizium alvesii* sp. nov.: a new member of the *Metarhizium anisopliae* species complex. *Journal of Invertebrate Pathology*, 151, 165-168.

Loureiro, E. S., Pessoa, L. G. A., Dias, P. M., Ribeiro, M. P., Tosta, R. A. S. & Teodoro, P. E. (2019). Hydration levels on conidial production of *Metarhizium rileyi* (Ascomycota) in solid growing medium. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6, 19-23.

Loureiro, E. S., Lima, A. R., Pessoa, L. G. A., Dias, P. M., Adão, D. V. & Assis, L. F. (2020). Virulence of *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) to *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Research, Society and Development*, 9(7), e141963506.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: AGROFIT- Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: (21 de abril 2020).

Moino Junior, A. (2009). *Controle de qualidade de produtos à base de organismos entomopatogênicos*. In: BUENO, V. H. P. *Controle biológico de pragas*. Lavras: UFLA.

Monerat, R. & Bravo, A. (2000). *Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria Bacillus thuringiensis: modo de ação e resistência*. In: Melo, I. S. & Azevedo, J. L. *Controle biológico*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.

Moscardi, F. (1999). Assessment of the application of baculoviruses for control of lepidoptera. *Annual Review Entomology*, 44, 257-289.

Nocchi, M. J. (2017). 73p. Manejo de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) com produtos biológicos e químico. 2017. 73f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Chapadão do Sul: UFMS, 2017. Disponível em: <<https://ppgagronomiacpcs.ufms.br/>>. Acesso em 20 de abril de 2020.

Pereira, J. M., Seii, A. H., Oliveira, M. F., Brustolin, C. & Fernandes, O. M. (2009). Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(2), 140-143.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 18 Abril 2020.

Polanczyk, R. A. & Alves, S. B. (2005). Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 74, 24-33.

Prado, E. P., Raetano, C. G., Aguiar-Júnior, H. O., Christovam, R. S., Dal Pogetto, M. H. F.D. O. A. & Gimenes, M. J. (2010). Velocidade do fluxo de ar em barra de pulverização no controle químico de *Anticarsia gemmatalis*, Hübner e percevejos na cultura da soja. *Bragantia*, 69(4), 995-1004.

Puttler, B., Ignoffo, C. M. & Hostetter, D. L. (1976). Relative susceptibility of nine caterpillar species to the fungus *Nomuraea rileyi*. *Journal Invertebrate Pathology*, 27, 269-270.

Raymond, B., Lijek, R. S., Griffiths, R. I. & Bonsall, M. B. (2008). Quantifying the reproduction of *Bacillus thuringiensis* HD1 in cadavers and live larvae of *Plutella xylostella*. *Journal Invertebrate Pathology*, 98, 307-313.

Ribeiro, R. S. (2014). 86p. Monitoramento da suscetibilidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidade) a inseticidas diamidas no Brasil. 2014. 86f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Entomologia. Piracicaba: USP/ESALQ, 2014. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-11112014-153823/pt-br.php>. Acesso 22 de abril de 2020.

Saleem, M., Hussain, D., Ghouse, G., Abbas, M. & Fisher, S. W. (2016). Monitoring of insecticide resistance in *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) from four districts of Punjab, Pakistan to conventional and new chemistry insecticides. *Crop Protection*, 79, 177-184.

Santos, K., Neves, P., Santos, W. J., Vilas Boas, G., Dumas, V., Praça, L., Berry, C., Queiroz, P. & Monnerat, R. G. (2009). Selection and characterization of the *Bacillus thuringiensis* strains toxic to *Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera cosmioides* (Walker) and *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Biological Control*, 50, 157-163.

Serrano, A., Williams, T., Simón, O., López-Ferber, M., Caballero, P. & Muñoz, D. (2013). Analogous population structures for two alphabaculoviruses highlight a functional role for deletion mutants. *Applied Environmental Microbiology*, 79(4), 1118-1125.

Sial, A. A., Brunner, J. F. & Garczynski, S. F. (2011). Biochemical characterization of chlorantraniliprole and spinetoram resistance in laboratory-selected oblique-banded leafroller, *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae). *Pesticide Biochemistry Physiology*, 99, 274-279.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). *Translocação no Floema*. In: \_\_\_\_\_. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Editora Artmed S.A.

Tomquelski, G. V. & Martins, G. L. M. (2007). Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos Chapadões. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 6, 26-39.

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 Invertebrate Pathology*, 112, 1-8.

Valicente, F. H. & Cruz, I. (1991). *Controle biológico da lagarta do cartucho, Spodoptera frugiperda, com Baculovirus spodoptera*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. (Circular Técnica, 15).

Valicente, F. H. & Tuelher, E. S. (2009). *Controle da lagarta-do-cartucho, Spodoptera frugiperda, com o Baculovirus spodoptera*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Circular Técnica, 114).

Wraight, S. P., Ramos, M. E., Avery, P. B., Jaronski, S. T. & Vandenberg, J. D. (2010). Comparative virulence of *Beauveria bassiana* isolates against lepidopteran pests of vegetable crops. *Journal Invertebrate Pathology*, 103, 186-199.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Elisângela de Souza Loureiro – 30%

Maicon José Nocchi – 35%

Luis Gustavo Amorim Pessoa – 20%

Pamella Mingotti Dias – 10%

Gabriel Luiz Reis Devoz – 5%