

Loureiro, ES, Lima, AR, Pessoa, LGA, Dias, PM, Adão, DV & Devoz, GLR. (2020). Bioprospecting of *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) without control of *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). *Research, Society and Development*, 9(7): 1-16, e199973907.

**Bioprospecção de *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) no controle de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)**  
**Bioprospecting of *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) without control of *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)**  
**Bioprospección de *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) sin control de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Recebido: 23/04/2020 | Revisado: 01/05/2020 | Aceito: 01/05/2020 | Publicado: 04/05/2020

**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)

**Antonio Robis de Lima**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5628-8865>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [robisagro@outlook.com](mailto:robisagro@outlook.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)

**Daimara Viviane Adão**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6289-2268>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [daimaraviviane12@gmail.com](mailto:daimaraviviane12@gmail.com)

**Gabriel Luiz Reis Devoz**

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

## Resumo

A seleção de isolados de fungos entomopatogênicos se faz necessária para se escolher o isolado mais adequado para ser utilizado em programas de controle biológico. O objetivo da pesquisa foi avaliar, em condições de laboratório, a eficiência de isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* sobre *Spodoptera cosmioides*. O ensaio experimental foi composto por delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e 10 repetições, cada repetição com 5 lagartas padronizadas em 2 mm cada. Foi pulverizado 1mL de cada isolado na concentração de  $1,0 \times 10^9$  conídios viáveis  $\text{mL}^{-1}$  com auxílio da Torre de Potter. Os dados de mortalidade foram transformados  $\arcsen(x/100)^{0,5}$  para realização da análise de variância e comparação das médias, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. A eficiência de controle foi calculada através da fórmula de Abbott. A mortalidade foi verificada diariamente durante 27 dias e avaliada por regressão linear e polinomial. De modo geral, *M. rileyi* foi patogênico às larvas de *S. cosmioides*. O tratamento com o isolado UFMS 03, UFMS 08 e UFMS 02 apresentaram 89,5, 78,9, 73,7% de eficiência, respectivamente. O isolado UFMS 03 proporcionou tempo letal mediano ( $TL_{50}$ ) em 14,7 dias, maior eficiência, com potencial como agente de controle biológico.

**Palavras-chave:** Controle microbiano; entomopatógenos; *Glycine max*; lagarta das vagens; lagarta desfolhadora da soja.

## Abstract

The selection of entomopathogenic fungi strains is required choosing the most appropriate isolated to use in programs of biological pest control. The objective of the research was to evaluate, under laboratory conditions, the efficiency of isolated from entomopathogenic fungus *Metarhizium rileyi* on *Spodoptera cosmioides*. The experimental trial consisted of a completely randomized design with eight treatments and 10 repetitions with 5 caterpillars standardized in 2 mm each. Is was pulverized 1 mL of each strain in  $1.0 \times 10^9$  viable conidia  $\text{mL}^{-1}$  with Potter tower assist. Mortality data obtained were transformed  $\arcsen(x/100)^{0,5}$  to do the variance analysis and comparison of means by Scott-Knott test in 5% of significance. The efficiency of control was calculated through Abbot formula. The mortality was verified daily for 27 days and evaluated by linear regression and polynomial in such a way, *M. rileyi* was pathogenic to *S. cosmioides* caterpillars. The treatment with strain UFMS 03, UFMS 08

and UFMS 02 presented 89.5, 78.9, 73.7% of efficiency, respectively. Isolated UFMS 03 showed with median lethal time (LT<sub>50</sub>) in 14.7 days, higher efficiency with potential as a biological control agent.

**Keywords:** Microbial control; entomopathogen; *Glycine max*; caterpillar of the pods; defoliating caterpillar soy.

## Resumen

Es necesaria una selección de aislamientos de hongos entomopatógenos para seleccionar o aislar los más adecuados para ser utilizados en programas de control biológico. El objetivo de la investigación es validar, en condiciones de laboratorio, la eficiencia de los aislamientos de *Metarhizium rileyi* entomopatógeno del hongo en *Spodoptera cosmioides*. La prueba experimental consistió en un diseño interior, intercalado casualmente con tratamientos y 10 repeticiones, cada repetición con 5 lagartijas estándar de 2 mm cada una. Se pulverizó 1 ml de cada aislado a una concentración de  $1,0 \times 10^9$  conidios viables mL<sup>-1</sup> con la ayuda de la Torre Potter. Los datos de mortalidad se transforman en  $\arcsen(x/100)^{0.5}$  para realizar análisis de varianza y comparaciones de medias, prueba de Scott-Knott con un 5% de significancia. La eficiencia del control se calcula utilizando la fórmula de Abbott. La mortalidad se verificó diariamente durante 27 días y se validó mediante regresión lineal y polinómica. En general, *M. rileyi* fue patogénico para las larvas de *S. cosmioides*. Tanto el tratamiento aislado como el aislado UFMS 03, UFMS 08 y UFMS 02 presentarán 89.5, 78.9, 73.7% de eficiencia, respectivamente. El aislado UFMS 03 proporcionó la mediana del tiempo letal (TL<sub>50</sub>) en 14,7 días, mayor eficiencia, con potencial como agente de control biológico.

**Palabras clave:** Control microbiano; entomopatógeno; *Glycine max*; oruga de las vainas; oruga de defoliación de soja.

## 1. Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) atualmente é o principal produto agrícola brasileiro de exportação. Na safra 2019/2020 foram produzidas 125,6 milhões de toneladas, sendo que no estado de Mato Grosso do Sul foram produzidos 9,9 milhões de toneladas (CONAB, 2020). Dentre os fatores que podem influenciar no rendimento e a qualidade da produção dessa cultura, estão os insetos-praga, os quais podem causar perdas médias anuais de 7,7% na produção agrícola no Brasil, o que corresponde a redução de aproximadamente 25 milhões de toneladas de alimentos, fibras e biocombustíveis (Goulart et al., 2015).

Dentre o complexo de pragas que ataca a soja, destacam-se as lagartas desfolhadoras, pertencentes a família Noctuidae (Lourenção et al., 2010), com destaque para *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). Esta espécie é altamente polífaga, ocorrendo em diversas culturas de importância econômica (Habib et al., 1983; Santos et al., 2010) e tem apresentado ocorrência generalizada na soja nas últimas safras (Lima et al., 2015).

O ataque desta praga causa severos danos na cultura da soja (Bavaresco et al., 2004), podendo influenciar no rendimento e na qualidade da produção da soja (Lourenção et al., 2010, Santos et al., 2010). Quando seu ataque acontece na fase vegetativa o consumo das folhas é quase o dobro em relação das demais espécies de lagartas desfolhadoras que ocorrem na cultura (Bueno et al., 2011).

O uso do controle químico ainda é a tática mais utilizada para o manejo de pragas. Entretanto, seu uso excessivo ocasiona efeitos adversos, como maior impacto ambiental, mortalidade de inimigos naturais, perda da biodiversidade, eliminação de insetos polinizadores, surgimento de pragas secundárias e principalmente selecionando populações de pragas resistente aos inseticidas (Preza & Augusto, 2012, Boiça Junior et al., 2015).

O uso exagerado de agrotóxicos tem motivado estudos de formas alternativas para controle de pragas. A utilização de agentes biológicos para o controle de insetos-praga tem se intensificado nos últimos anos no Brasil, com resultados significativos no manejo desses organismos fitófagos (Antunes et al., 2010), além de proporcionar à redução do impacto ambiental, maior segurança para sua manipulação, menor custo de aplicação, especificidade, comparando com inseticidas convencionais (Franceschini et al., 2001).

O uso de microrganismos entomopatogênicos no Brasil é um dos métodos que vem sendo empregado em grandes áreas, entre eles, a utilização de fungos entomopatogênicos (Loureiro e Monteiro, 2005; Santoro et al., 2007). Dentre os fungos entomopatogênicos *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) destaca-se no controle de lepidópteros-praga, sendo relatados na literatura sua ocorrência natural, principalmente sobre lagartas da família Noctuidae (Ignoffo et al., 1975; Suwannakut, Boucias, & Wiwat, 2005; Costa et al., 2015). Recentemente foi constatado epizootia em lagartas da espécie *S. cosmioides* no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (Lima et al., 2015, Dias et al., 2019). Lee et al. (2012) relataram eficiência de *M. rileyi* variando de 20 a 54% em lagartas de *S. exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Chaudhari et al. (2015) testando a eficiência de *M. rileyi* em *S. litura* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) verificaram 64,44 e 82,22% de mortalidade em diferentes instares. Loureiro et al. (2020b) relataram redução de 100% do número de ovos na

geração filial de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) com os strains UFMS 02 e 03.

Porém, diversas pesquisas com fungos entomopatogênicos são realizadas para selecionar microrganismo com maior virulência a uma determinada praga. Diante destas informações e verificando a importância desta praga para soja, o objetivo da pesquisa foi avaliar, em condições de laboratório, a eficiência de isolados do fungo entomopatogênico *M. rileyi* no controle populacional da lagarta *S. cosmioides*.

## 2. Metodologia

### Obtenção e criação das lagartas

O trabalho realizado seguiu a metodologia de pesquisa laboratorial de natureza quantitativa proposto por Pereira et al. (2018). Para instalação dos bioensaios foram utilizadas lagartas de *S. cosmioides* oriundas da 2<sup>a</sup> geração da criação estabelecida no Laboratório de Entomologia da UFMS/CPCS. Todas as fases de *S. cosmioides* foram mantidas em câmara climatizada a 25±1 °C, UR 70±10% e fotofase de 12 horas. Os adultos 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 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. Para a manutenção da criação foi fornecida dieta artificial, adaptada de Grenne et al. (1976). Os ovos obtidos foram destinados aos bioensaios e à manutenção da criação. Lagartas recém-eclodidas foram mantidas em potes plásticos cilíndricos.

### Obtenção e multiplicação dos isolados de *M. rileyi*

Os isolados do fungo entomopatogênico *M. rileyi* utilizados neste bioensaio foram multiplicados a partir de cadáveres que apresentavam sinais característicos de contaminação pelo fungo, de lagartas das espécies *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), *H. armigera*, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), *Alabama argilacea* (Hübner, 1818) e *S. cosmioides*, coletadas na cultura da soja nos municípios de Chapadão do Sul- MS, Dourados-MS e Cuiabá-MT. No laboratório as lagartas foram imersas em álcool 70% e água destilada

esterilizada para fins de desinfestação e transferidas para câmaras úmidas (placas de Petri de 9cm de diâmetro) de acordo com metodologia de Alves (1998). As placas de Petri foram mantidas em câmara climatizada a temperatura de  $25\pm 1$  °C, UR  $70\pm 10\%$  e 12h fotofase para promover a esporulação do fungo. Após este período foi realizado o isolamento em meio de cultura Sabouraud (Acumedia®).

### **Seleção dos isolados**

Após 10 dias, as colônias de cada isolado foram observadas em microscópio óptico e aquelas que não apresentaram contaminação foram repicadas em meio de cultura Sabouraud, incubadas em câmaras climatizada a ( $25\pm 1$  °C, UR  $70\pm 10\%$  e 12 h de fotofase) até completa esporulação. As suspensões fúngicas utilizadas no bioensaio foram obtidas a partir dos isolados UFMS 02, UFMS 03, UFMS 04, UFMS 05, UFMS 06, UFMS 07 e UFMS 08 de *M. rileyi*, raspando-se a superfície do meio de cultura com o auxílio de uma alça de níquel-cromo. Os conídios foram transferidos para tubos de ensaio contendo 1 mL de água destilada esterilizada mais espalhante adesivo Tween 80® a 0,02%, padronizando-se a concentração de  $1,0\times 10^9$  mL<sup>-1</sup> conídios viáveis, quantificadas em câmara de Neubauer® com o auxílio do microscópio óptico.

### **Condução do experimento**

O ensaio experimental foi composto por delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e 10 repetições, cada uma composta por cinco lagartas *S. cosmioides*, padronizadas em 2 mm de comprimento cada. No interior das placas foi colocada uma folha de soja com área foliar de 4,0 cm<sup>2</sup>, previamente desinfestada com álcool 70% e água destilada esterilizada, com o pecíolo envolvido por um pedaço de algodão hidrófilo umedecido com água destilada esterilizada e por último as lagartas.

Em seguida foi pulverizado 1 mL de suspensão fúngica com auxílio de Torre de Potter adaptada, a pressão de 15 libras/pol<sup>2</sup>. Após, as placas foram vedadas com filme pvc e colocadas em câmara climatizada a  $25\pm 1$  °C,  $70\pm 10\%$  UR e fotofase de 12 horas. A mortalidade foi verificada 24 horas após a pulverização, registrando-se diariamente o número de insetos mortos e realizada a reposição das folhas, por um período de 27 dias. Os cadáveres, individualmente, foram acondicionados em câmara úmida composta por placas de Petri contendo algodão umedecido, mantidas em câmara climatizada nas condições climáticas

citadas acima. Neste experimento também se avaliou a eficiência dos isolados sobre *S. cosmioides*.

### Análise de dados

Os dados obtidos foram transformados em  $\arcsen(x/100)^{0,5}$  para realização da análise de variância e a comparação das médias, foi realizada pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando o software SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2011).

Para a avaliação da eficiência dos isolados, os resultados obtidos foram corrigidos pela mortalidade da testemunha, utilizando-se a fórmula de Abbott (Abbott, 1925). Para avaliação da mortalidade diária foi calculado o tempo letal mediano (TL<sub>50</sub>) avaliada por regressão polinomial.

### 3. Resultados e Discussão

Todos os isolados de *M. rileyi* utilizados foram patogênicos às lagartas de *S. cosmioides* nas condições do experimento. O período compreendido entre o início das avaliações até o nono dia verificou-se diferença significativa em relação à mortalidade de lagartas de *S. cosmioides*, para os diferentes tratamentos com o fungo entomopatogênico *M. rileyi*, exceto para os isolados UFMS 07 e 08 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Mortalidade acumulada ( $\pm$ EP) (%) de lagartas *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) expostas aos isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* (temperatura de  $25\pm 1$  °C, umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 h).

Tratamentos	Período de avaliação (Dias)		
	1-9	1-18	1-27
Testemunha	0,00 $\pm$ 0,00 a	0,00 $\pm$ 0,00 a	0,00 $\pm$ 0,00 a
Isolado UFMS 02	14,00 $\pm$ 5,99 b	38,00 $\pm$ 11,30 b	78,00 $\pm$ 2,66 b
Isolado UFMS 03	18,00 $\pm$ 9,16 b	58,00 $\pm$ 10,93 b	96,00 $\pm$ 12,08 b
Isolado UFMS 04	8,00 $\pm$ 4,42 b	48,00 $\pm$ 8,53 b	82,00 $\pm$ 3,59 b
Isolado UFMS 05	12,00 $\pm$ 3,26 b	28,00 $\pm$ 6,80 b	80,00 $\pm$ 7,89 b
Isolado UFMS 06	18,00 $\pm$ 7,57 b	32,00 $\pm$ 9,97 b	86,00 $\pm$ 5,20 b
Isolado UFMS 07	0,00 $\pm$ 0,00 a	14,00 $\pm$ 5,99 a	88,00 $\pm$ 4,39 b
Isolado UFMS 08	4,00 $\pm$ 2,66 a	22,00 $\pm$ 7,18 a	62,00 $\pm$ 10,81 b
CV (%)	26,80	76,82	30,81

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (0,05%). EP= erro padrão da média.

Após 24 h da aplicação do fungo, iniciou-se a avaliação diária da mortalidade e a partir do nono dia que se verificou sinais de infecção do fungo. Durante o processo germinativo, a velocidade pela qual a estrutura reprodutiva do fungo consegue penetrar na cutícula do inseto pode ser dependente do isolado, das condições ambientais, da espessura da cutícula do inseto (Hajek et al., 2002) e da quantidade de conídio (Loureiro et al., 2020a), assim como as enzimas extracelulares que são sintetizadas por fungos entomopatogênicos responsáveis pela degradação da cutícula (Nunes et al., 2010; Li et al., 2012).

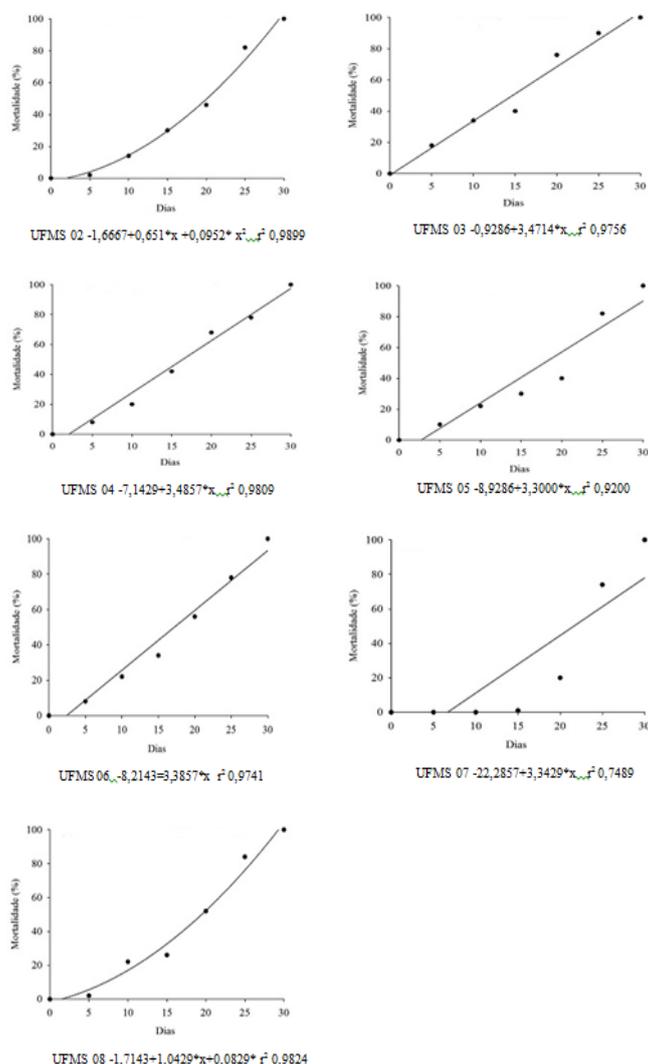
Nas avaliações observadas na Tabela 1 realizadas entre o décimo ao décimo oitavo dia após a aplicação, os isolados UFMS 02, 03, 04, 05, 06 apresentaram comportamento semelhante ao 1º período de avaliação diferindo estatisticamente quando comparados com a testemunha e demais isolados testados, resultando em maior mortalidade de lagartas. O período entre o contato inicial do patógeno com o inseto e durante o desenvolvimento do processo infectivo até a morte decorre em média 6 a 8 dias em *S. litura* (Srisukchayakul, Wiwat, & Pantuwatana, 2005). Entretanto, o isolado UFMS 03 causou maior mortalidade entre o décimo ao décimo oitavo dia.

A diferença na origem dos isolados e do hospedeiro que foi infectado, resulta em diferentes valores de patogenicidade (Suwannakut, Boucias, & Wiwat, 2005), o qual pode estar relacionada aos diferentes níveis de mortalidade observados no presente trabalho (Tabela 1). Estudos realizados por Nunes et al. (2010) mostraram existir grande variação entre diferentes origens e entre hospedeiros do fungo *M. rileyi* e ocorrência de variabilidade genética.

Para o período compreendido entre o décimo nono e vigésimo sétimo dia de avaliação, os isolados não apresentaram diferença significativa entre si, apenas entre a testemunha (Tabela 1). Chaudhari et al. (2015) verificaram que o aumento da idade das larvas de *S. litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) diminuiu a virulência de *M. rileyi*. Haja visto, que as lagartas sobreviventes mudaram para o último instar diminuindo a ação do fungo.

Outro fator que se deve considerar em estudos de seleção é a velocidade que o entomopatógeno é capaz de atuar sobre o hospedeiro, observando-se o tempo letal (Figura 1).

**Figura 1.** Mortalidade diária acumulada de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) após pulverização dos isolados de *Metarhizium rileyi*. \* $p < 0,05$ .



Fonte: Autores.

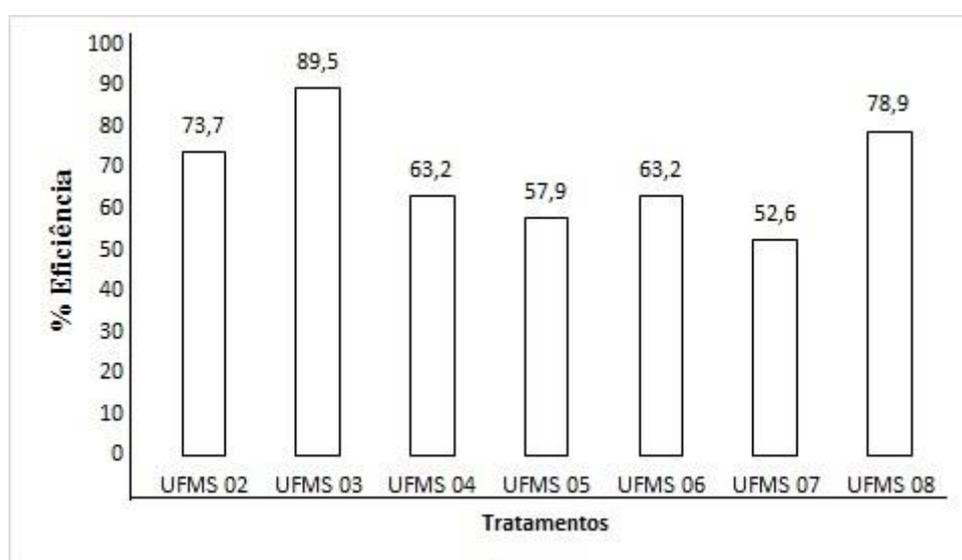
Observa-se por meio da Figura 1 que o isolado UFMS 03 proporcionou maior índice de mortalidade (20 e 96%) aos cinco dias e aos vinte e seis dias após a pulverização, respectivamente, e o tempo letal mediano ( $TL_{50}$ ) em 14,7 dias. A virulência e tempo letal mediano são as principais características dos fungos entomopatogênicos para controlar insetos-praga em condições de campo (Chaudhari et al., 2015). A distribuição da mortalidade é um importante fator a ser considerado durante a seleção de isolados, sendo imprescindível selecionar patógenos que provoquem alta mortalidade em menor período (Santoro et al., 2007).

Alguns fungos entomopatogênicos produzem uma estrutura denominada apressório, que corresponde a uma dilatação da hifa, onde ocorre grande atividade enzimática (proteases,

quitinase e lipases), as quais facilitam a penetração mecânica do fungo (Xiong et al., 2013), o que poderia interferir na velocidade de colonização e conseqüentemente a morte do inseto. Essa atividade pode variar de isolado para isolado.

Verificou-se que o isolado UFMS 03 apresentou maior eficiência (89,5%) em relação aos demais isolados testados (Figura 2), apesar de ter sido isolado a partir de cadáveres de *A. argilacea*.

**Figura 2.** Eficiência de controle da lagarta *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) aos 27 dias após a aplicação dos isolados de *Metarhizium rileyi*.



De acordo com Vestergaard et al. (1995) a patogenicidade independe do hospedeiro ou local de origem do isolado.

O resultado obtido pelo isolado UFMS 03 na presente pesquisa para o controle de *S. cosmioides* observado na Figura 2, corroboram com o trabalho de Chaudhari et al. (2015) que obtiveram a eficiência de diferentes isolados de *M. rileyi* em *S. litura* causando 82,22 e 64,44% de mortalidade em lagartas de segundo instar e terceiro instares, respectivamente, na concentração de  $1 \times 10^9$  conídios  $\text{mL}^{-1}$ . Vega-Aquino, Sanchez-Peña & Blanco (2010) testando a eficiência de diferentes isolados de *M. rileyi* em *S. frugiperda* de terceiro instar obtiveram 85% de mortalidade.

Os resultados obtidos pelos isolados *M. rileyi* (UFMS 02 e 08) podem ser considerados promissores, pois obtiveram eficiência de 73,7 e 78,9%, respectivamente. Apesar de nos primeiros dias ter-se verificado mortalidade inferior para o UFMS 08, novos

bioensaios devem ser realizados. Lee et al. (2012) relataram eficiência de *M. rileyi* (isolado SDS<sub>e</sub>) variando de 20 a 54% em lagartas de terceiro instar de *S. exigua*.

O controle biológico utilizando fungos entomopatogênicos é um componente que assume importante papel dentro do programa integrado de pragas (Alves, 1998, Loureiro et al., 2020a). De acordo com Franceschini et al. (2001); Chaudhari et al. (2015) o método de controle biológico com fungos entomopatogênicos constitui-se como uma tática economicamente viável e vantajosa. Neste contexto, buscando-se desenvolver sistemas de produção mais sustentável a utilização do fungo *M. rileyi* pode ser uma alternativa para a diminuição das populações de *S. cosmioides*, podendo auxiliar na redução de impactos ambientais e redução no custo da produção da cultura da soja.

#### **4. Considerações Finais**

O fungo *Metarhizium rileyi* foi patogênico às lagartas da espécie *Spodoptera cosmioides*. O isolado UFMS 03 proporcionou maior eficiência e o menor tempo letal mediano, com potencial como agente de controle biológico.

Novos estudos utilizando diferentes concentrações e isolados são necessárias para melhor elucidar o potencial deste agente, aumentando a eficiência de controle em menor tempo, para se propor um programa de controle microbiano desta espécie-praga.

#### **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**

Abbott, W. S. A. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.

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

Antunes, C. S., Moraes, J. C., Antônio, A. & Silva, V. F. (2010). Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (Lepidoptera) e de seus inimigos naturais chaves em milho (*Zea mays* L.) e em girassol (*Helianthus annuus* L.). *Bioescience Journal*, 26, 619-625.

Bavaresco, A., Garcia, M. S., Grutzmacher, A. D., Ringenberg, R. & Foresti, J. (2004). Adequação de uma dieta artificial para criação de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. *Neotropical Entomology*, 33, 155-161.

Boiça Júnior, A. L., Bottega, D. B., Souza, B. H. S., Rodrigues, N. E. L. & Michelin, V. (2015). Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. *Semina: Ciências Agrárias*, 36, 607-618.

Bueno, R. C. O. F., Bueno, A. F., Moscardi, F., Parra, J. R. P. & Hoffmann-Campo, C. B. (2011). Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. *Pest Management Science*, 67, 170-174.

Chaudhari, C.S., Chandele, A. G., Pokharkar, D. S., Dethe, M. D. & Firake, D. M. (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*, 2, 1-7.

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>.

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

Dias, P. M., Loureiro, E. S., Pessoa, L. G. A., Mateus, M. P. B., Tosta, R. A. De S., Oliveira Neto, F. M. & Devoz, G. L. R. (2019). EPIZOOTIA DE *Metarhizium rileyi* EM *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivo de soja. 71<sup>a</sup> Reunião Anual da SBPC. UFMS Campo Grande / MS. **Anais...** Campo Grande, MS.

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 1039-1042.

Franceschini, M., Guimarães, A. P., Camassola, M., Frazzon, A. P., Baratto, C. M., Kogler, V., Silva, M. V., Dutra, V., Nakazoto, L., Castro, L., Santi, L., Vainstein, M. H. & Schrank, A. (2001). Biotecnologia aplicada ao controle biológico. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, 31, 32-37.

Goulart, H. F., Lima, M. R. F., Moraes, R. K. S. & Bernardo, V. B. (2015). Feromônios: uma alternativa verde para o manejo integrado de pragas. *Revista Virtual de Química*, 7, 1205-1224.

Greene, G. L., Leppla, N. C., Dickerson, W. A. (1976). Velvet bean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, 69, 487-488.

Habib, M. E. M., Paleari, L. M. & Amaral, M. E. C. (1983). Effect of three larval diets on the development of the armyworm, *Spodoptera latifascia* Walker, 1856 (Noctuidae, Lepidoptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, 1, 177-182.

Hajek, A. E., Davis, C. I., Eastburn, C. C. & Vermeulen, F. M. (2002). Deposition and germination of conidia of the entomopathogen *Entomophaga maimaiga* infecting larvae of gypsy moth, *Lymantria dispar*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 79, 37-43.

Ignoffo, C. M., Puttler, B., Marston, N. L., Hostetter, D. L. & Dickerson, W. A. (1975). Seasonal incidence of the entomopathogenic fungus *Spicaria rileyi* associated with noctuid pests of soybeans. *Journal of Invertebrate Pathology*, 25, 135-137.

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

Li, Y., Zhao, P., Liu, S., Dong, Z., Chen, J., Xiang, Z. & Xia, Q. (2012). A novel protease inhibitor in *Bombyx mori* is involved in defense against *Beauveria bassiana*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 42, 766-775.

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

Loureiro, E. S., Lima, A. R., Pessoa, L. G. A., Dias, P. M., Adão, D. V. & Assis, L. F. (2020a). Virulence of *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) to *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Research, Society and Development*, 9(7), 1-17. e186973962.

Loureiro, E. S. & Monteiro, A. C. (2005). Patogenicidade de isolados de três fungos entomopatogênicos a soldados de *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Árvore*, 29, 553-561.

Loureiro, E. S., Tosta, R. A. S., Dias, P. M., Pessoa, L. G. A., Oliveira Neto, F. M., Devoz, G. L. R. & Muchalak, F. (2020b). Performance of *Metarhizium rileyi* applied on *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de Agricultura Neotropical*, 7(1), 60-65.

Lourenção, A. L., Reco, P. C., Braga, N. R., Valle, G. E. & Pinheiro, J. B. (2010). Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta da soja e de percevejos. *Neotropical Entomology*, 39, 275-281.

Nunes, F. R. A., Martins, J. N., Furlaneto, M. & Barros, N. M. (2010). Production of cuticle-degrading proteases by *Nomuraea rileyi* and its virulence against *Anticarsia gemmatalis*. *Ciência Rural*, 40, 1855-1859.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em: 02 Maio 2020.

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).

Preza, D. L. C. & Augusto, L. G. S. (2012). Vulnerabilidades de trabalhadores rurais frente ao uso de agrotóxicos na produção de hortaliças em região do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira Saúde Ocupacional*, 37, 89.

Santoro, P. H., P. Neves, M. O. J., Alexandre, T. M. & Alves, L. F. A. (2007). Interferência da metodologia nos resultados de bioensaios de seleção de fungos entomopatogênicos para o controle de insetos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 483-489.

Santos, K. B., Meneguim, A. M., Santos, W. J., Neves, P. M. O. J. & Santos, R. B. (2010). Characterization of the damage of *Spodoptera eridania* (Cramer) and *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) to structures of cotton plants. *Neotropical Entomology*, 39, 626-631.

Srisukchayakul, P., Wiwat, C. & Pantuwatana, S. (2005). Studies on the pathogenesis of the local isolates of *Nomuraea rileyi* against *Spodoptera litura*. *Science Asia*, 31, 273-276.

Suwannakut, S., Boucias, D. G. & Wiwat, C. (2005). Genotypic analysis of *Nomuraea rileyi* collected from various noctuid hosts. *Journal of Invertebrate Pathology*, 90, 169-176.

Vega-Aquino, P., Sanchez-Peña, S. & Blanco, C. A. (2010). Activity of oil-formulated conidia of the fungal entomopathogens *Nomuraea rileyi* and *Isaria tenuipes* against lepidopterous larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 145-149.

Vestergaard, S.; Gillespie; A. T., Butt; T. M., Schreiter, G. & Eilenberg, J. (1995). Pathogenicity of the Hyphomycete fungi *Verticillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to the western thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Biocontrol Science and Technology*, 5, 185-192.

Xiong, Q.; Xie, Y., Zhu, Y., Xue; J., Li, J. & Fan, R. (2013). Morphological and ultrastructural characterization of *Carposina sasakii* larvae (Lepidoptera: Carposinidae) infected by *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales: Clavicipitaceae). *Micron*, 44, 303-311.

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

Elisângela de Souza Loureiro – 30%

Antonio Robis de Lima – 30%

Luis Gustavo Amorim Pessoa – 20%

Pamella Mingotti Dias – 10%

Daimara Viviane Adão – 5%

Gabriel Luiz Reis Devoz – 5%