

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALLAN MACALI WERNER

**MANEJO DO COMPLEXO DE LAGARTAS NA CULTURA DA
SOJA COM BIOINSETICIDAS E INSETICIDA QUÍMICO**

CHAPADÃO DO SUL – MS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALLAN MACALI WERNER

**MANEJO DO COMPLEXO DE LAGARTAS NA CULTURA DA
SOJA COM BIOINSETICIDAS E INSETICIDA QUÍMICO**

Orientadora: Profa. Dra. Elisângela de Souza Loureiro

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2020



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Allan Macali Werner

ORIENTADOR: Dra. Elisangela de Souza Loureiro

TÍTULO: Manejo do complexo de lagartas na cultura da soja com bioinseticidas e inseticida químico

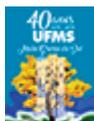
AVALIADORES:

Profa. Dra. Presidente Elisangela de Souza Loureiro

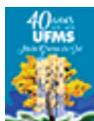
Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa

Profa. Dra. Pamella Mingotti Dias

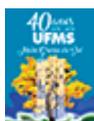
Chapadão do Sul, 20 de junho de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Elisangela de Souza Loureiro, Professor do Magisterio Superior**, em 20/06/2020, às 17:52, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luis Gustavo Amorim Pessoa, Professor do Magisterio Superior**, em 20/06/2020, às 18:17, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pamella Mingotti Dias, Usuário Externo**, em 20/06/2020, às 19:49, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – Campus Chapadão do Sul, pela estrutura e oportunidade de cursar o Mestrado.

Agradeço à professora Dra. Elisângela de Souza Loureiro pela confiança e orientação ao longo desta jornada, onde superamos diversos desafios desde a idealização do experimento até a apresentação dos resultados.

Agradeço ao professor Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa pela orientação técnica na idealização e avaliação do experimento.

Agradeço ao professor Dr. Paulo Eduardo Teodoro pela orientação e suporte com todas as análises estatísticas.

Agradeço à Dra. Pamella Mingotti Dias pela orientação técnica no preparo dos tratamentos e em todas as avaliações deste estudo.

Agradeço à confiança de todas estas pessoas em todos os momentos, pois foi isso que tornou possível este trabalho e resultou em uma nova etapa na minha carreira.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1. Umidade relativa média e precipitação no período de aplicação dos tratamentos. Fevereiro de 2018, Chapadão do Sul-MS. Safra 2017-2018.....5
- Figura 2. Dados meteorológicos durante a condução do experimento. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018..... 6
- Figura 3. Total de lagartas de *S. cosmioides* (Sc) e *S. frugiperda* (Sf) menores e maiores que 1,5 cm (< > 1,5) registradas durante a condução do experimento nas cultivares de soja testadas.....10

CAPÍTULO 2

- Figura 1. Umidade relativa média e precipitação no período de aplicação dos tratamentos. Fevereiro de 2018, Chapadão do Sul-MS. Safra 2017-2018.21
- Figura 2. Dados meteorológicos durante a condução do experimento. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.22
- Figura 3. Porcentagem de lagartas de *C. includens* <1,5 cm e >1,5 cm antes da primeira aplicação dos tratamentos. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.23
- Figura 4. Porcentagem de lagartas de *R. nu* <1,5 cm e >1,5 cm antes da primeira aplicação dos tratamentos. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.23

CAPÍTULO 3

- Figura 1. Umidade relativa média e precipitação no período de aplicação dos tratamentos. Fevereiro de 2018, Chapadão do Sul-MS. Safra 2017-2018.....43
- Figura 2. Dados meteorológicos durante a condução do experimento. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.43
- Figura 3. Porcentagem de lagartas de *H. armigera* <1,5 cm e >1,5 cm antes da primeira aplicação dos tratamentos. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.46

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Tratamentos aplicados em soja para o manejo do complexo de lagartas na cultura da soja.	4
Tabela 2. Quadro de ANOVA para número de lagartas vivas de <i>S. cosmioides</i> e <i>S. frugiperda</i> maiores ou menores que 1,5 cm de comprimento (</> 1,5 cm), submetidas aos tratamentos em cultivares de soja.....	7
Tabela 3. Número de lagartas de <i>S. cosmioides</i> antes e após as duas aplicações dos tratamentos.....	7
Tabela 4. Número de lagartas de <i>S. frugiperda</i> antes e após as duas aplicações dos tratamentos.....	8
Tabela 5. Número médio de lagartas (\pm EP) de <i>S. frugiperda</i> >1,5cm identificadas após a primeira aplicação dos tratamentos.....	9
Tabela 6. Quadro de ANOVA para os parâmetros fitotécnicos AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1, 2, 3, 4G (vagem com 1, 2, 3 ou 4 grãos) e PROD (produtividade)	10
Tabela 7. Médias (\pm EP) das cultivares em relação à AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1G (vagem com 1 grão) e PROD (produtividade)	10
Tabela 8. Produtividade (PROD) (\pm EP) e incremento da produtividade (%) média em relação aos tratamentos aplicados, independente da cultivar de soja.....	11

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Tratamentos aplicados em soja para o manejo das lagartas na cultura da soja.	20
Tabela 2. Quadro de ANOVA para número de lagartas vivas de <i>C. includens</i> , <i>R. nu</i> e <i>A. gemmatalis</i> maiores ou menores que 1,5 cm de comprimento (</> 1,5 cm), submetidas aos tratamentos em cultivares de soja.	25
Tabela 3. Número médio (\pm EP) de lagartas vivas de <i>C. includens</i> maior ou menor que 1,5 cm de comprimento (</> 1,5 cm), entre as cultivares de soja após aplicação, independente do tratamento fitossanitário.	26

Tabela 4. Número de lagartas de <i>C. includens</i> antes e após as duas aplicações dos tratamentos.	27
Tabela 5. Número de lagartas de <i>R. nu</i> antes e após as duas aplicações dos tratamentos.	28
Tabela 6. Quando de ANOVA para os parâmetros fitotécnicos AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1, 2, 3, 4G (vagem com 1, 2, 3 ou 4 grãos) e PROD (produtividade).	30
Tabela 7. Médias (\pm EP) das cultivares em relação à AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1G (vagem com 1 grão) e PROD (produtividade).	31
Tabela 8. Tabela de comparação de médias dos tratamentos aplicados em relação à produtividade (PROD) (\pm EP) e incremento da produtividade (%) médias em relação aos tratamentos aplicados, independente da cultivar de soja.....	31

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Tratamentos aplicados para o manejo do complexo de lagartas na cultura da soja	41
Tabela 2. Quadro de ANOVA para número de lagartas vivas de <i>C. virescens</i> e <i>H. armigera</i> , maiores ou menores que 1,5 cm de comprimento (\leq 1,5 cm), submetidas aos tratamentos em cultivares de soja.....	45
Tabela 3. Número de lagartas de <i>H. armigera</i> antes e após as duas aplicações dos tratamentos.	47
Tabela 4. Número de lagartas de <i>C. virescens</i> antes e após as duas aplicações dos tratamentos.	47

Tabela 5. Quando de ANOVA para os parâmetros fitotécnicos AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1, 2, 3, 4G (vagem com 1, 2, 3 ou 4 grãos) e PROD (produtividade).
.....48

Tabela 6. Médias (\pm EP) das cultivares em relação à AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1G (vagem com 1 grão) e PROD (produtividade).
.....48

Tabela 7. Produtividade (PROD) (\pm EP) e incremento da produtividade (%) média em relação aos tratamentos aplicados, independente da cultivar de soja.....49

RESUMO

O complexo de lepidópteros é o principal grupo de pragas da soja e pode causar grandes prejuízos se não for manejado corretamente. Com a intensificação do cultivo da soja e a utilização do controle químico como principal forma de controle, surgem populações resistentes aos inseticidas e necessita-se de métodos alternativos para o manejo da cultura. A associação de inseticidas químicos e biológicos pode ser uma forma eficiente de manejo de resistência para o controle destas lagartas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos agentes microbiológicos *Metarhizium rileyi* (isolado UFMS 03), *Bacillus thuringiensis* (Agree®) e do ingrediente ativo Clorpirifós aplicados isolados e em mistura no complexo de lagartas da soja. Esses métodos de controle foram testados em soja com a tecnologia *Bt* e não *Bt*. O experimento foi realizado à campo, com delineamento em blocos casualizados composto por 14 tratamentos e 3 repetições. O plantio foi mecanizado e as pulverizações foram realizadas com bomba costal motorizada. As avaliações foram realizadas com pano de batida nas linhas centrais das parcelas e foi avaliado a mortalidade das espécies *Spodoptera cosmíodes*, *S. frugiperda*, *Chrysodeixis includens*, *Rachiplusia nu*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chloridea virescens* e *Helicoverpa armigera*. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). A espécie *C. includens* apresentou a maior população durante a condução do ensaio. Os tratamentos com *M. rileyi* e Clorpirifós + *M. rileyi* proporcionaram os maiores incrementos na produtividade e foram os mais produtivos, independente da cultivar de soja.

Palavras-chave: Produtos fitossanitários. *Metarhizium rileyi*. *Bacillus thuringiensis*.

Lepidópteros-praga. Controle Microbiano. *Glycine max* (L).

ABSTRACT

The lepidopteran complex is the main group of soybean pests and may cause great damage if not managed correctly. With the intensification of soybean cultivation and the use of chemical control as the main form of control of caterpillars, populations resistant to insecticides appear and alternative methods for crop management are needed. The association of chemical and biological insecticides may be an efficient form of resistance management for the control of these caterpillars. The objective of this work was to evaluate the effect of the microbiological agents *M. rileyi* (cepa UFMS 03), *Bacillus thuringiensis* (Agree[®]) and the active ingredient Chlorpyrifos isolated and combined in the soybean caterpillar complex. These control methods were tested on *Bt* soybeans and non-*Bt* soybeans. The experiment was carried out in the field, with a randomized block design consisting of 14 treatments and 3 replications. Planting was mechanized and spraying was performed with back spray. The evaluations were conducted with beating cloth in the central lines of the plots and the mortality of the species *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera frugiperda*, *Chrysodeixis includens*, *Rachiplusia nu*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chloridea virescens* and *Helicoverpa armigera* was evaluated. The data were submitted to analysis of variance and the averages compared by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). The species *C. includens* has shown the largest population during the trial performance. The treatments with *M. rileyi* and Chlorpyrifos + *M. rileyi* provided the greatest increases in productivity and were the most productive regardless the soybean cultivar, and were statistically equal.

Keywords: Pesticide. *Metarhizium rileyi*. *Bacillus thuringiensis*. Lepidopteran pest. Microbial Control. *Glycine max*.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
RESUMO	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
4. CONCLUSÕES	12
REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO 2	18
RESUMO	18
ABSTRACT	18
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 3	40
RESUMO	40
ABSTRACT	40
1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4. CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	51

CAPÍTULO 1

MANEJO DE *Spodoptera cosmioides* E *Spodoptera frugiperda* NA CULTURA DA SOJA COM BIOINSETICIDAS E INSETICIDA QUÍMICO

RESUMO:

A seleção de populações de lepidópteros-pragas resistentes aos inseticidas expõe um cenário em que se necessita de métodos alternativos para o manejo da cultura, e os agentes microbiológicos têm demonstrado resultados promissores para o controle de lagartas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos agentes microbiológicos *Metarhizium rileyi* (isolado UFMS 03), *Bacillus thuringiensis* (Agree[®]) e ingrediente ativo Clorpirifós no controle de *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Esses métodos de controle foram testados em mistura e isolados, em soja com a tecnologia *Bt* e não *Bt*. O experimento foi realizado à campo, com delineamento em blocos casualizados composto por 14 tratamentos e 3 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). A cultivar de soja *Bt* foi a mais atrativa ao gênero *Spodoptera*. A espécie *S. cosmioides* foi a que teve a maior população registrada durante estudo. O tratamento com *M. rileyi* proporcionou um incremento de 19,3% de produtividade em relação à testemunha, independente da cultivar de soja avaliada.

Palavras-chave: Produtos fitossanitários. *Metarhizium rileyi*. *Bacillus thuringiensis*. Lepidópteros-praga. Controle Microbiano. *Glycine max* (L)

ABSTRACT:

The selection of lepidopteran populations resistant to insecticides exposes a scenario in which alternative methods are required for crop management, and the microbiological agents have shown promising results for the control of caterpillars. The objective of this trial was to evaluate the effect of the microbiological agents *M. rileyi* (strain UFMS 03), *B. thuringiensis* (Agree[®]) and the active ingredient Chlorpyrifos in the control of *Spodoptera cosmioides* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). These control methods were tested in a mixture and isolated, in soybeans with *Bt* and non-*Bt* technology. The experiment was carried out in the field, with a randomized block design consisting of 14 treatments and 3 replications. The data were submitted to analysis of variance and the averages compared by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). The *Bt* soybean was the most attractive to the genus *Spodoptera*. The *S. cosmioides* species had the largest recorded population during this study. The treatments with *M. rileyi* provided an increase of 19.3% in productivity in relation to the control, regardless of the soybean cultivar evaluated.

Keywords: Pesticide. *Metarhizium rileyi*. *Bacillus thuringiensis*. Lepidopteran pest. Microbial Control. *Glycine max*.

1. INTRODUÇÃO

O complexo de lepidópteros-pragas destaca-se entre os principais grupos de pragas da soja *Glycine max*, proporcionando desde desfolha parcial até a destruição completa da planta (LOURENÇÃO et al., 2010). Duas espécies do gênero *Spodoptera* se destacam no ataque às

plantas de soja, a *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (SOSA-GÓMEZ et al., 2012).

A soja não é a principal cultura hospedeira desse gênero, mas o cultivo de milho ou sorgo é comumente realizado em rotação ou sucessão a essa cultura, proporcionando exposição intensa à pressão populacional de *Spodoptera* (BOREGAS, et al., 2013).

Ainda não há um produto fitossanitário registrado para o controle de *S. cosmioides* para soja no Brasil (AGROFIT, 2019). Por outro lado, registros do Arthropod Pesticide Resistance Database (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 2020) mostram 32 casos relatados de resistência de inseticidas à *S. frugiperda* no Brasil, para ingrediente ativo como Clorpirifós, Espinosade, *Bacillus thuringiensis* (Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1F), entre outros.

De maneira geral, o controle químico ainda é a tática mais utilizada para o manejo de pragas. Entretanto o uso excessivo ocasiona efeitos adversos, como o impacto ambiental, mortalidade de inimigos naturais e, principalmente, a seleção de populações de pragas resistentes aos inseticidas (BOIÇA JUNIOR et al., 2015), além de efeitos prejudiciais ao homem e outros animais (KOGAN, 1998).

A associação de inseticidas químicos e agentes entomopatogênicos para o controle de lagartas pode auxiliar na redução da sua população e incidência, devido às substâncias que estão contidas nos produtos químicos e que conseguem atuar como estressantes ou ativadores, favorecendo então a infecção por microrganismos que realizam o controle biológico de pragas (POLANCZYK; ALVES, 2005).

O controle biológico é uma alternativa viável, destacando-se no cenário agrícola devido aos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) e à demanda por uma agricultura sustentável (BUENO et al., 2017). É uma medida de controle importante que tem potencial para ser utilizada em combinação com agrotóxicos ou mesmo com plantas transgênicas (PARRA et al., 2002). O controle biológico é realizado por entomófagos e entomopatógenos. Nesse último grupo destacam-se fungos, vírus, bactérias, protozoários e nematoides (TIAGO et al., 2014), os quais possuem grande importância para equilibrar populações de seus hospedeiros na natureza e suprimir pragas agrícolas (LACEY et al., 2015).

O fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) (KEPLER et al., 2014) destaca-se como agente de controle biológico de lepidópteros-praga de diversas culturas. Existem cerca de 30 espécies de lepidópteros registrados como suscetíveis a este fungo, ocorrendo epizootias em lagartas (IGNOFFO et al., 1976). De acordo com Sujii et al. (2002), as lagartas da família Noctuidae estão entre as mais suscetíveis a este patógeno, e

sob condições ambientais favoráveis, este fungo é capaz de reduzir drasticamente populações destes insetos.

A bactéria entomopatogênica *B. thuringiensis* Berliner (1915) (Eubacteriales: Bacillaceae) (*Bt*) é um microrganismo de excelente atuação sobre lagartas (POLANCZYK et al., 2000; PEREIRA et al., 2009). A bactéria produz inclusões proteicas cristalinas que agem inicialmente sobre o epitélio absorvente do intestino médio levando ao desequilíbrio osmótico resultando na interrupção da alimentação e posteriormente, paralisia do intestino, matando o inseto entre 2 e 4 dias (HABIB; ANDRADE 1998, BUENO et al., 2012).

Difundir este método de controle é importante para que os produtores utilizem esta ferramenta de manejo e possam reduzir custos com inseticidas químicos além de evitar a contaminação do meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2018). A pesquisa ainda precisa desenvolver técnicas de formulação para se obter produtos mais eficientes considerando a redução de custos e a efetividade da aplicação. Além de produtos formulados com qualidade, é necessário garantir que o produtor tenha o conhecimento suficiente para utilizá-los na forma correta. A integração entre microrganismos e agrotóxicos será uma importante ferramenta de manejo de insetos nas lavouras (LACEY et al., 2015).

Há grandes oportunidades no uso do controle biológico visando a estabilidade ambiental, a eficácia e a relação custo-benefício das práticas agrônômicas. Diante do exposto, com este trabalho objetivou-se avaliar o efeito dos entomopatógenos *M. rileyi* e *B. thuringiensis* em aplicações isoladas e combinadas, associados ao ingrediente ativo Clorpirifós, no controle de *S. cosmioides* e *S. frugiperda* na cultura da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido no município de Chapadão do Sul – MS, Brasil, coordenadas geográficas (-18.7336353, -52.5162478), em uma área circundada por lavouras comerciais de soja. O solo possui textura argilosa, constituído por 25% de areia, 15% de silte e 60% de argila.

Foram utilizadas duas cultivares comerciais de soja, sendo uma *Bt* (Foco IPRO), e a outra não *Bt* (Desafio RR). Essas cultivares são classificadas como de hábito de crescimento indeterminado e pertencem ao grupo de maturação 7.4. A soja *Bt* que foi avaliada possui o gene *CryIAC*, que confere resistência aos lepidópteros *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, *Chloridea virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), *Epinotia aporema* (Lepidoptera: Tortricidae) (BAYER, 2019). A cultivar Desafio RR possui o gene que confere tolerância ao herbicida glifosato.

O plantio foi mecanizado com plantadeira à vácuo, específica para o plantio de parcelas experimentais, na primeira quinzena de novembro de 2017. A adubação de base supriu as necessidades da cultura e foi definida de acordo com a análise de solo da área, sendo aplicado 350 Kg/ha⁻¹ do fertilizante NPK 02:30:20 no sulco de plantio.

O manejo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações agronômicas vigentes, respeitando as carências para evitar a interferência dos produtos nos tratamentos avaliados (GRIGOLLI, 2017).

O estudo foi conduzido à campo, composto por 14 tratamentos, sendo 7 com plantas de soja convencional e 7 com plantas *Bt* e 3 repetições, distribuídos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos aplicados em soja para o manejo do complexo de lagartas na cultura da soja.

Legenda	Tratamentos	Cultivares de Soja
T1	Testemunha sem aplicação	Desafio RR
T2	Clorpirifós	
T3	<i>Metarhizium rileyi</i>	
T4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	
T5	Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	
T6	Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T7	<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T8	Testemunha sem aplicação	Foco IPRO
T9	Clorpirifós	
T10	<i>Metarhizium rileyi</i>	
T11	<i>Bacillus thuringiensis</i>	
T12	Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	
T13	Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T14	<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) composto por 6 linhas de 5 metros com espaçamento entre plantas de 0,5m e de 1m de corredor entre os blocos, totalizando 630 m² de área experimental e stand de 15 plantas/m, sendo os tratamentos aplicados isolados ou em mistura (Tabela 1).

Foram utilizadas neste experimento 500g ha⁻¹ do formulado comercial Agree[®] ingrediente ativo *B. thuringiensis* e o inseticida Klorpan[®] 480 EC, ingrediente ativo Clorpirifós, na dose de 100 mL ha⁻¹, ambos em doses recomendadas pelos fabricantes (AGROFIT, 2019).

O fungo *M. rileyi* (isolado UFMS 03), por não possuir fórmula comercial, foi produzido de acordo com a metodologia Loureiro et al. (2019) e aplicado na dose de 5 Kg ha⁻¹ (arroz + fungo) (BORGES, 2016), misturados à água destilada e espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,01%. Os tratamentos com as combinações de produtos foram misturados e aplicados em

uma única calda de pulverização. No tratamento testemunha foi aplicado apenas água destilada e espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,01%.

O monitoramento de pragas com o pano de batida (medindo 1,0×1,0 m) iniciou-se 34 dias após o plantio, quando as plantas estavam em estágio vegetativo V4. As avaliações para monitorar a variação populacional das lagartas ocorreram com intervalo médio de 7 dias, utilizando o pano de batida em 3 pontos das 4 linhas centrais da parcela (área útil), desconsiderando-se as duas linhas de bordadura. As lagartas foram contabilizadas por tamanho, considerando indivíduos maiores e menores que 1,5 cm. Após quatro avaliações foi registrado o nível de controle, quando a infestação atingiu 20 lagartas por pano de batida, e os tratamentos foram aplicados.

As aplicações foram realizadas após às 16 h, com temperatura variando de 23 a 27 °C (Figura 1), utilizando um pulverizador costal à gasolina com ponta de pulverização de jato plano duplo modelo TTJ60-11002 (Teejet Technologies, Wheaton - Illinois / EUA), e volume de calda ajustado para 150 L ha⁻¹.

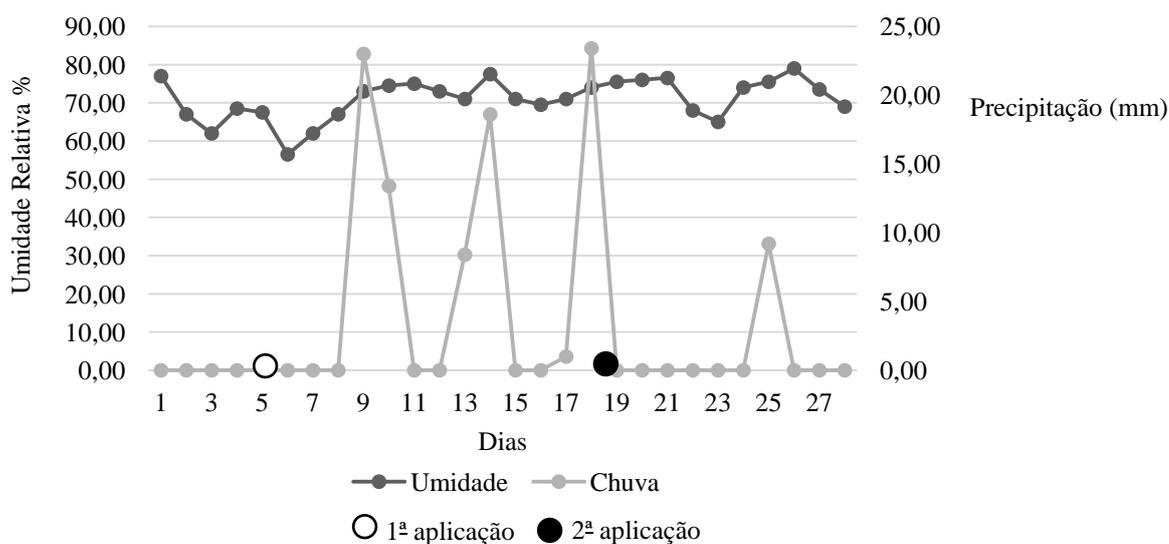


Figura 1. Umidade relativa média e precipitação no período de aplicação dos tratamentos. Fevereiro de 2018, Chapadão do Sul-MS. Safra 2017-2018.

A primeira avaliação foi realizada 10 dias após a primeira aplicação, para verificar a quantidade de lagartas vivas. As avaliações seguiram a metodologia citada anteriormente, para o monitoramento antes da aplicação dos tratamentos. Devido às chuvas constantes na região (Figura 2), foi constatado a necessidade de fazer uma segunda aplicação dos tratamentos, sendo realizada 5 dias após a primeira avaliação.

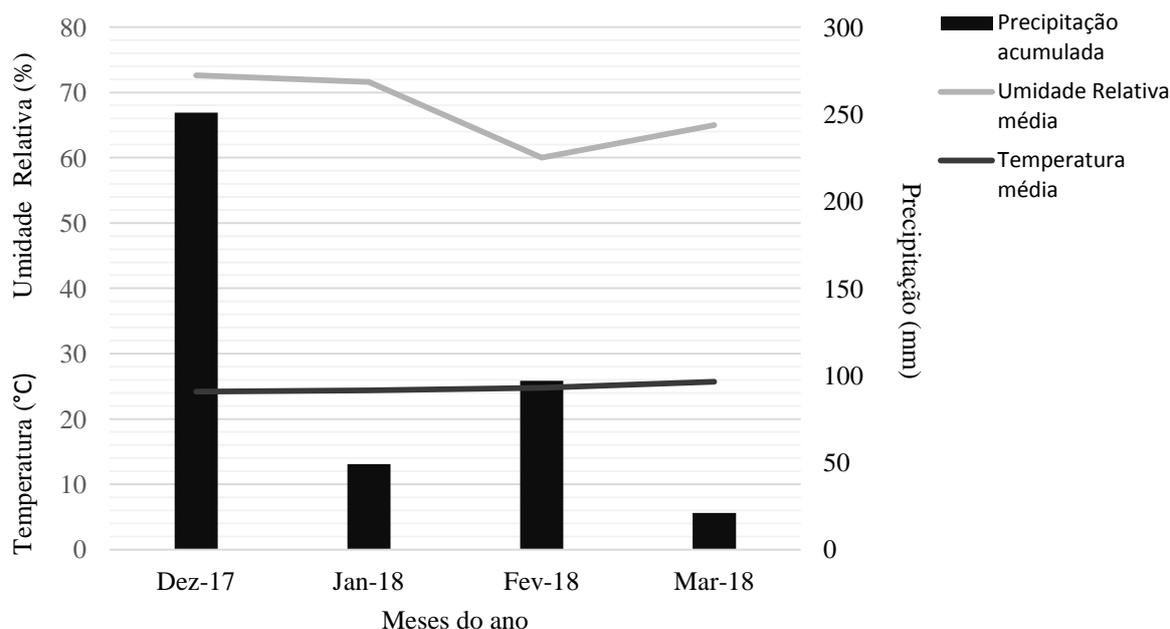


Figura 2. Dados meteorológicos durante a condução do experimento. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.

Após a maturação fisiológica, foi medido a altura das plantas e as 4 linhas centrais das parcelas foram colhidas para avaliar os parâmetros de produtividade da cultura. Destas linhas foram selecionadas 20 plantas ao acaso, em cada parcela, para medir a altura, a contagem do número de vagens e número de grãos por vagem. Todo o material foi processado em trilhadora estacionária, pesado individualmente. Para determinação da produtividade foi retirada uma amostra para aferição do peso de mil grãos (PMG), determinação da umidade, a qual foi corrigida para 13%, dados de altura de planta (AP) e número de grãos por vagem (VG) (DEBIASE et al., 2010).

Os dados obtidos referentes a mortalidade dos insetos e a produtividade, foram submetidos a análise de variância (ANOVA), sendo a comparação entre médias dos tratamentos realizada pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o software Rbio (BHERING, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre os produtos e cultivares e nem interação significativa desses resultados para *S. cosmioides*, no entanto, para *S. frugiperda*, ocorreu diferença significativa entre os produtos aplicados e na interação das cultivares com os produtos, para lagartas > 1,5 cm, após a primeira aplicação (Tabela 2).

Tabela 2. Quadro de ANOVA para número de lagartas vivas de *S. cosmioides* e *S. frugiperda* maiores ou menores que 1,5 cm de comprimento ($</> 1,5$ cm), submetidas aos tratamentos em cultivares de soja.

<i>S. cosmioides</i>									
		1ª aplicação				2ª aplicação			
		1ª avaliação 10 DAA		2ª avaliação 3 DAA		3ª avaliação 19 DAA		4ª avaliação 29 DAA	
FV	GL	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5
Bloco	2	0.01	0.02	0.01	0.01	2.95	0.02	18.95	0.59
Produtos (P)	6	0.01	0.02	0.01	0.01	31.28	0.60	6.26	1.32
Cultivar (C)	1	0.01	0.02	0.01	0.01	69.43	0.21	15.58	2.29
C x P	6	0.01	0.02	0.01	0.01	26.82	1.38	5.39	0.49
Resíduo	26	0.01	0.02	0.01	0.01	17.76	1.00	7.37	0.80

<i>S. frugiperda</i>									
		1ª aplicação				2ª aplicação			
		1ª avaliação 10 DAA		2ª avaliação 3 DAA		3ª avaliação 19 DAA		4ª avaliação 29 DAA	
FV	GL	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5
Bloco	2	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.07	0.01	0.02
Produtos (P)	6	0.01	0.09*	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02
Cultivar (C)	1	0.01	0.09	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01
C x P	6	0.01	0.09*	0.01	0.01	0.06	0.02	0.01	0.01
Resíduo	26	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	0.07	0.01	0.02

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste *t*. DAA = Dias após a aplicação.

Considerando o tamanho das lagartas ($>1,5$ cm), a tecnologia IPRO não atua mais em supressão. O pico populacional de *S. frugiperda*, considerando todos os blocos, foi de duas lagartas, e com esse baixo número de indivíduos não se tem o nível de controle. Esse registro pode ter sido ocasional devido exclusivamente às condições climáticas durante a condução do experimento (Figuras 1 e 2).

As tabelas 3 e 4 mostram os dados de redução populacional após as aplicações dos tratamentos.

Tabela 3. Número de lagartas de *S. cosmioides* antes e após as duas aplicações dos tratamentos.

Tratamentos		Primeira Aplicação			Segunda Aplicação		
		Antes	Após	Redução (%)	Antes	Após	Redução (%)
T1	Testemunha (sem aplicação de produtos)	0	0	-	0	8	0

T2	Clorpirifós	2	0	100	0	10	0
T3	<i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	-	0	5	0
T4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	0	1	0	1	15	0
T5	Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	-	0	18	0
T6	Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	2	0	100	0	3	0
T7	<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	-	0	5	0
T8	Testemunha (sem aplicação de produtos)	0	0	-	0	21	0
T9	Clorpirifós	3	0	100	0	6	0
T10	<i>Metarhizium rileyi</i>	1	0	100	0	25	0
T11	<i>Bacillus thuringiensis</i>	1	0	100	0	37	0
T12	Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	-	0	4	0
T13	Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	-	0	5	0
T14	<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	-	0	23	0

* T1 a T7 cultivar Desafio RR; T8 a T14 cultivar FOCO IPRO.

Tabela 4. Número de lagartas de *S. frugiperda* antes e após as duas aplicações dos tratamentos.

Tratamentos	Primeira Aplicação			Segunda Aplicação		
	Antes	Após	Redução (%)	Antes	Após	Redução (%)
T1 Testemunha (sem aplicação de produtos)	0	0	-	0	1	0
T2 Clorpirifós	0	0	-	0	0	-
T3 <i>Metarhizium rileyi</i>	1	0	0	0	0	-
T4 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	-	0	1	0
T5 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	4	0	100	0	0	-
T6 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1	1	0	1	0	100
T7 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	3	1	33.3	1	0	100
T8 Testemunha (sem aplicação de produtos)	0	0	-	0	1	0
T9 Clorpirifós	4	0	100	0	0	-
T10 <i>Metarhizium rileyi</i>	4	0	100	0	0	-
T11 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	-	0	1	0
T12 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	1	0	100	0	1	0
T13 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	-	0	0	-
T14 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	-	0	0	-

* T1 a T7 cultivar Desafio RR; T8 a T14 cultivar FOCO IPRO.

Essa baixa população do gênero *Spodoptera* durante as avaliações também pode estar relacionada com o manejo da área em que o ensaio foi implementado, pois ocorre o plantio direto e em sistema de rotação de culturas. Mesmo a espécie *S. frugiperda* sendo polífaga, e apresentando maior preferência por gramíneas onde os surtos são mais frequentes (CAPINERA, 2008), a sucessão de culturas favorece a sobrevivência do inseto na área podendo causar elevados danos devido ao aumento populacional (SANTOS, 2001).

A Tabela 5 apresenta a comparação das médias do número de lagartas de *S. frugiperda* de acordo com os tratamentos aplicados.

Tabela 5. Número médio de lagartas (\pm EP) de *S. frugiperda* >1,5cm identificadas após a primeira aplicação dos tratamentos.

Tratamento	Desafio RR	Foco IPRO
Testemunha	0.00 \pm 0.00 Bb	0.67 \pm 0.33 Aa
Clorpirifós	0.00 \pm 0.00 Bb	0.00 \pm 0.00 Bb
<i>Metarhizium rileyi</i>	0.00 \pm 0.00 Bb	0.00 \pm 0.00 Bb
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0.00 \pm 0.00 Bb	0.00 \pm 0.00 Bb
Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	0.00 \pm 0.00 Bb	0.00 \pm 0.00 Bb
Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0.00 \pm 0.00 Bb	0.00 \pm 0.00 Bb
<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0.00 \pm 0.00 Bb	0.00 \pm 0.00 Bb

Médias seguidas por letra maiúscula na coluna e por letra minúscula na linha não diferem estatisticamente em teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Uma planta é considerada resistente quando expressa características codificadas por genes específicos, que reduzem a injúria ocasionada por uma ou mais espécies de herbívoros em comparação a outras plantas submetidas às mesmas condições (FREITAS et al., 2017).

Apesar do genótipo Foco IPRO ter o gene *Bt*, esta cultivar de soja registrou a maior flutuação populacional de lagartas do gênero *Spodoptera* durante a condução deste experimento, e isso pode ser explicado pela preferência dos insetos à determinados genótipos.

Veloso (2010) testou a preferência de lagartas à diferentes cultivares de soja e concluiu que há diferença de atratividade em cada cultivar. Boiça Júnior et al. (2015) relatou que os genótipos de soja PI 227687 e PI 227682 causaram 100% de mortalidade larval e os menores pesos em lagartas maiores que 1,5 cm de *S. cosmioides*. Freitas et al. (2016) avaliaram os genótipos de soja PI227687 e IAC 100 227682 e identificaram interferência negativa no desenvolvimento de *S. frugiperda*.

Analisando o número total de lagartas identificadas durante a condução do ensaio, o maior número de indivíduos pertence à espécie *S. cosmioides* e ocorreu na cultivar Foco IPRO (Figura 3).

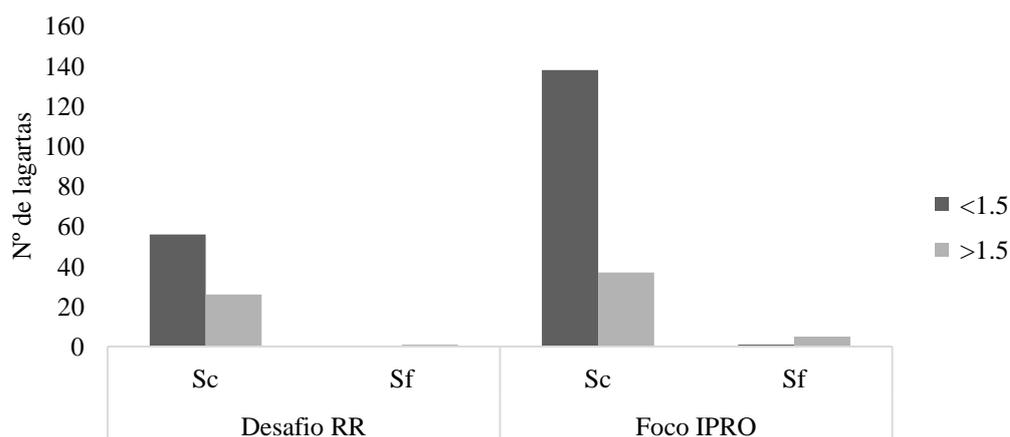


Figura 3. Total de lagartas de *S. cosmioides* (Sc) e *S. frugiperda* (Sf) menores e maiores que 1,5 cm (< > 1,5) registradas durante a condução do experimento nas cultivares de soja testadas.

A avaliação dos parâmetros de produtividade evidenciou diferença estatística entre as cultivares de soja para os dados de altura de planta (AP), peso de mil grãos (PMG) e vagens com 1 grão (V1G). Também houve diferença estatística de produtividade entre os produtos aplicados. Apesar do maior registro de lagartas no cultivar Foco IPRO, não houve diferença estatística de produtividade entre os cultivares avaliadas (Tabela 6).

Tabela 6. Quadro de ANOVA para os parâmetros fitotécnicos AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1, 2, 3, 4G (vagem com 1, 2, 3 ou 4 grãos) e PROD (produtividade).

FV	GL	AP	PMG	V1G	V2G	V3G	V4G	PROD
Bloco	2	12.43	29.17	4.18	8.46	7.91	0.27*	45156
Produtos (P)	6	7.35	144.13	2.22	14.41	17.45	0.08	584175*
Cultivar	1	1966.64*	2157.17*	64.88*	16.59	155.06	0.02	333437
C x P	6	8.73	288.83	6.57	6.25	16.5	0.12	171168
Resíduo	26	8.59	130.6	5.05	18.4	13.95	0.07	79181
CV (%)		4.79%	7.74%	29.28%	21.95%	21.67%	46.56%	7.57%

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

A cultivar Desafio RR se diferenciou estatisticamente pelo maior peso de mil grãos (PMG) e maior quantidade de vagens com 1 grão (V1G). Entretanto, a cultivar Foco IPRO teve a maior altura de plantas e a produtividade foi estatisticamente igual à Desafio RR, considerando esse conjunto de parâmetros (Tabela 7).

Tabela 7. Médias (\pm EP) das cultivares em relação à AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), VIG (vagem com 1 grão) e PROD (produtividade).

	AP	PMG	VIG	PROD
Desafio RR	54.28 \pm 0.51 b	154.86 \pm 7.26 a	8.92 \pm 0.56 a	3807.34 \pm 201.3 a
Foco IPRO	67.97 \pm 0.75 a	140.52 \pm 4.04 b	6.43 \pm 0.37 b	3629.14 \pm 140.9 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente em teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

O maior número de lagartas visualizado na cultivar Foco IPRO também pode estar relacionado à maior altura das plantas, o que aumenta o número de folhas e por consequência, dificulta o contato do produto com o alvo de controle.

A BRASMAX, detentora das cultivares informa o peso de mil grãos da Foco IPRO como 176g e da Desafio RR 170g (BRASMAX, 2020). Essa diferença em relação aos dados encontrados neste estudo pode estar relacionada com a época de plantio tardia em relação ao período recomendado, pois isso pode alterar a fisiologia das plantas e consequentemente o peso dos grãos. A soja possui fotoperíodo curto com média de 13 a 14 horas dia entre as cultivares, porém, esse dado pode sofrer mudanças de acordo com a época de semeadura e região trabalhada, e a influência do período de exposição à luz pode acarretar mudanças fisiológicas durante o estágio vegetativo da planta (FARIAS et al., 2007).

Em relação aos produtos aplicados, independente da cultivar de soja, os tratamentos com *M. rileyi* e Clorpirifós + *M. rileyi* foram semelhantes estatisticamente e proporcionaram as maiores médias de produtividade nas duas cultivares avaliadas, em relação aos demais tratamentos (Tabela 8). De acordo com Fathipour; Sederatian (2013), recomenda-se a associação de inseticidas em baixas doses com o controle biológico para potencializar os benefícios de uma aplicação de inseticida e ainda reduzir a pressão de seleção de indivíduos resistentes aos ingredientes ativos.

Tabela 8. Produtividade (PROD) (\pm EP) e incremento da produtividade (%) média em relação aos tratamentos aplicados, independente da cultivar de soja.

Tratamentos	PROD	Incremento de produtividade (%)
Testemunha	3463.2 \pm 108.27 C	—
Clorpirifós	3698.9 \pm 40.68 B	6.8
<i>Metarhizium rileyi</i>	4132.6 \pm 57.02 A	19.3
<i>Bacillus thuringiensis</i>	3644.4 \pm 95.83 B	5.2
Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	4096.2 \pm 97.72 A	18.3
Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	3719.9 \pm 91.07 B	7.4
<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	3272.5 \pm 42.13 C	-5.5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente em teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

O tratamento com *M. rileyi* aumentou a produtividade em 19,3%, equivalente à 11,3 sacas de soja a mais por hectare. A colonização de fungos entomopatogênicos em plantas pode ocasionar efeitos diretos, como a produção de fitormônios e aumento da capacidade produtiva e indiretos, que podem expressar ações antagonistas com fitopatógenos (SASAN; BIDOCHKA, 2012). Alguns trabalhos relatam a ação endofítica do gênero *Metarhizium* e da espécie *anisopliae* (JABER; ENKERLI, 2016), podendo ser um indicativo de potencial para o estudo do *M. rileyi*.

O menor incremento na produtividade nos tratamentos contendo *B. thuringiensis* pode ter ocorrido 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. De acordo com Caramori et al. (1991), a eficiência de *Bt*, está relacionada com a especificidade e a capacidade de solubilizar os cristais das proteínas Cry.

4. CONCLUSÕES

Durante a condução do ensaio foi registrada maior quantidade de lagartas da espécie *S. cosmioides* em relação à *S. frugiperda*. A cultivar de soja Foco IPRO foi a mais atrativa para o gênero *Spodoptera*. Os tratamentos com *M. rileyi* e Clorpirifós + *M. rileyi* independente da cultivar, proporcionaram os maiores incrementos na produtividade e, conseqüentemente, as melhores performances produtivas.

REFERÊNCIAS

AGROFIT, 2019. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 05/07/2020.

ALBUQUERQUE, F. A. et al. Controle químico da lagarta falsa-medideira-da-soja *Chrysodeixis includens* (Walker). In: **Anais Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, p. 2. Varginha: UFLA, 2005.

BAYER, 2019. Disponível em: <<http://www.intactarr2pro.com.br/a-intacta>>. Acesso em: 04/11/2019.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool for Biometric and Statistical Analysis Using the R Platform. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** v. 17, p. 187-190, 2017.

BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina. n. 2, v.36, p. 607-618, 2015.

BOREGAS, K. G. B. et al. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**, Campinas, n. 1, v. 72, p. 61-70, 2013.

BORGES, F. S. P. Produtos fitossanitários no controle de lagartas *Chrysodeixis includens* Walker (1858) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Chapadão do Sul, 2016.

BRASMAX. Cultivar: Região Cerrado. Disponível em: <
<http://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/>>. Acesso em: 16/01/2020.

BUENO, A.F. et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPOS, C.B. et al. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, Brasília, BRA. p. 493-629. 2012.

BUENO, A.F. et al. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, p. 10, 2017.

CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of Entomology**. 2^a ed., v. 1-4. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 4346p. 2008.

CARAMORI, T., ALBERTINI, A. M. & GALIZZI, A. In vivo generation of hybrids between two *Bacillus thuringiensis* insect-toxin-encoding genes. **Gene**, v. 98, p. 37-44. 1991.

DEBIASI, et al. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, n. 6, v.45, p.603-612, 2010.

FARIAS, J. R. B. et al. Ecofisiologia da soja. **Embrapa Soja: Circular Técnica**, Londrina, v.48, 9p. 2007.

FREITAS M. M. Fatores intrínsecos às plantas de soja na expressão da resistência constitutiva e induzida a *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae). Dissertação de Mestrado em Agronomia: Entomologia Agrícola. Unesp Jaboticabal, 108 p., 2016.

FREITAS L. B. et al. Soybean defense induction to *Spodoptera cosmioides* herbivory is dependent on plant genotype and leaf position. **Arthropod-Plant Interactions**, v.12, p. 85-96. 2017.

GÓMEZ, I. et al. A. Role of receptor interaction in the mode of action of insecticidal Cry and Cyt toxins produced by *Bacillus thuringiensis*. **Peptides**, v. 28, p. 169-173. 2007.

GRIGOLLI, J. F. J. Pragas da soja e seu controle. **Tecnologia e Produção: Soja 2016/2017**. Fundação MS. Maracaju – MS. p. 148-173, 2017.

HABIB, M. E. M.; ANDRADE, C.F.S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES SB. **Controle Microbiano de Insetos**. 2ª ed. Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, Brasil, p. 383-446, 1998.

IBGE, 2020. IBGE prevê safra recorde de grãos em 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/26537-ibge-preve-safra-recorde-de-graos-em-2020>>. Acesso em: 16 fev. 2020.

IGNOFFO, C.M., et al. Susceptibility of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*, and the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*, to several isolates of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.28, p. 259-262, 1976.

JABER, L. R.; ENKERLI, J. Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. **Biological control**, New York, v. 103, p. 187-195. 2016.

KEPLER, R.M., et al. Clarification of generic and species boundaries for *Metarhizium* and related fungi through multigene phylogenetics. **Mycologia**, v. 106, p. 464-480, 2014.

KOGAN, M. Integrate pest management historical, perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 243-270, 1998.

LACEY, L. A. et al. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 132, p. 1-41, 2015.

LOUREIRO, E. S. et al. Hydration levels on conidial production of *Metarhizium rileyi* (Ascomycota) in solid growing medium. **Revista de Agricultura Neotropical**, n. 3, v. 6, p. 48-52, 2019.

LOURENÇÃO, A. L., et al. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta da soja e de perceijos. **Neotropical Entomology**. Londrina, n. 2, v. 39, p. 275-281, 2010.

MARSARO JUNIOR et al. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no estado de Roraima. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, p. 71-76, 2010.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. The Arthropod Pesticide Resistance Database. Disponível em: < <https://www.pesticideresistance.org/search.php>>. Acesso em: 05/07/2020.

MOSCARDI, F. et al. Artópodes que atacam as folhas da soja. In: Soja Manejo Integrado de insetos e outros artópodes-praga. Ed. HOFFMANN-CAMPO C. B. et al. **Embrapa Soja**, Brasília, DF. p. 213-309, 2012.

OLIVEIRA, I. R. et al. Associação dos controles biológico e químico para manejo da lagarta-do-cartucho na cultura do sorgo forrageiro. **Comunicado Técnico 234**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 16, 2018.

PARRA, P. et al. **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. São Paulo: Editora Manol, p. 635, 2002.

PEREIRA, J.M. et al. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n. 2, v. 39, p.140-143, 2009.

POLANCZYK, R. A. et al. Effectiveness of *Bacillus Thuringiensis* Strains Against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Brazilian Journal Microbiology**, v. 31, p. 165-167, 2000.

POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B. Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Manejo Integrado de Pragas**, Turrialba, n. 74, p. 24-33, 2005.

SANTOS, W. J. Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro. In: **Algodão: tecnologia e produção**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 296 p., 2001.

SASAN, R.K. ; BIDOCHKA, M.J. The insect-pathogenic fungus *Metharizium robertsii* (Clavicipiceae), is also an endophyte that stimulates plant root development. **American Journal of Botany**. P 101-107. 2012.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. **Artrópodes que atacam as folhas da soja**. Brasília, DF, Embrapa, p. 203-334, 2012.

SUJII, E. R. et al. Simulação do impacto do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 11, v. 37, p. 1551-1558, 2002.

TIAGO, P.V. et al. Biological insect control using *Metarhizium anisopliae*: morphological, molecular, and ecological aspects. **Ciência Rural**, n. 4, v. 44, p. 645-651, 2014.

VELOSO, E. S. Resistência de cultivares de soja à *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 2010.

VALAITIS, A. P.; PODGWAITE, J. D. *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**, v. 112, p. 1-8. 2013.

CAPÍTULO 2

MANEJO DE *Chrysodeixis includens*, *Rachiplusia nu* E *Anticarsia gemmatalis*. NA CULTURA DA SOJA COM BIOINSETICIDAS E INSETICIDA QUÍMICO

RESUMO:

A seleção de populações de lepidópteros-pragas resistentes aos inseticidas expõe um cenário em que se necessita de outros métodos para o manejo da cultura. A associação de inseticidas químicos com biológicos é uma alternativa para o controle de lagartas em soja, mas não se tem muitos estudos sobre estas interações. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos agentes microbiológicos *Metarhizium rileyi* (isolado UFMS 03), *Bacillus thuringiensis* (Agree®) e do ingrediente ativo Clorpirifós no controle das lagartas *Chrysodeixis includens*, *Rachiplusia nu* e *Anticarsia gemmatalis*. Esses métodos de controle foram aplicados isolados e em mistura, em soja com a tecnologia *Bt* e não *Bt*. O experimento foi realizado à campo, com delineamento em blocos casualizados composto por 14 tratamentos e 3 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Independente do cultivar, os tratamentos *M. rileyi* e Clorpirifós + *M. rileyi* proporcionaram os maiores incrementos na produtividade e, conseqüentemente, as melhores performances produtivas. *M. rileyi* registrou um aumento de 19,3% e Clorpirifós + *M. rileyi* de 18,3% na produtividade da soja em relação à testemunha.

Palavras-chave: Produtos fitossanitários. *Metarhizium rileyi*. *Bacillus thuringiensis*.

Lepidópteros-praga. Controle Microbiano. *Glycine max* (L).

ABSTRACT:

The selection of pest population due to insecticide resistance exposes a scenario in which alternative methods are required for crop management. The association of chemical and biological insecticides is an alternative for the control of caterpillars in soybeans, but there are not many studies on these interactions. The objective of this trial was to evaluate the effect of the microbiological agents *M. rileyi* (strain UFMS 03), *Bacillus thuringiensis* (Agree®) and the active ingredient Chlorpyrifos in the control of *Chrysodeixis includens*, *Rachiplusia nu* and *Anticarsia gemmatalis*. These control methods were applied isolated and in mixture, in *Bt* and non-*Bt* soybeans. The experiment was carried out in the field, with a randomized block design consisting of 14 treatments and 3 replications. The data were submitted to analysis of variance and the averages compared by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). There was no statistical difference in yield between the soybean cultivars evaluated. The treatments with *M. rileyi* and Chlorpyrifos + *M. rileyi* were the most statistically productive, regardless of the soybean cultivars evaluated. *M. rileyi* recorded an increase of 19.3% and Chlorpyrifos + *M. rileyi* recorded an increase of 18.3% in soybean productivity in relation to the control.

Keywords: Pesticide. *Metarhizium rileyi*. *Bacillus thuringiensis*. Lepidopteran pest. Microbial Control. *Glycine max*.

1. INTRODUÇÃO

O complexo de lepidópteros-pragas destaca-se entre os principais grupos de pragas da soja, com danos associados desde a desfolha parcial do limbo e das nervuras foliares até a destruição completa da planta (LOURENÇÃO et al., 2010). As lagartas *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857), *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) possui alta capacidade polifágica (MOSCARDI et al., 2012). Estas espécies de lagartas podem ser encontradas em todas as regiões produtoras do Brasil, desde o Rio Grande do Sul até Roraima (MARSARO JUNIOR et al., 2010).

Os danos causados por *R. nu* são semelhantes aos de *C. includens* (SOSA-GÓMEZ et al., 2010), porém a *R. nu* é mais adaptada a temperaturas baixas ocorrendo especialmente no Rio Grande do Sul (região de clima temperado) e *C. includens* predomina nas regiões mais quentes do Brasil (MORAES et al., 1991). A lagarta *A. gemmatalis* ocorre em regiões tropicais e subtropicais em todo o continente americano, apresentam elevado potencial de dano podendo proporcionar 100% de desfolha e causar grandes prejuízos (GUEDES et al., 2012).

Lagartas de *C. includens* alimentam-se das folhas localizadas no terço médio e inferior das plantas e geralmente os picos populacionais ocorrem no fechamento do dossel da soja, o que aumenta a complexidade para o controle, pois seus hábitos alimentares são muito agressivos e os danos reduzem significativamente a área fotossintética das plantas (ALBUQUERQUE et al., 2005). Esses picos populacionais ocorrem devido aos hábitos da lagarta de habitar o terço inferior e a dificuldade do inseticida em atingir esta área da planta (BALBINOT JUNIOR et al., 2014).

O uso do controle químico ainda é a tática mais utilizada para o manejo de pragas, entretanto, o uso excessivo ocasiona efeitos adversos, como o impacto ambiental, impacto negativo sobre as populações de organismos não alvo e, principalmente, a seleção de populações de pragas resistentes aos inseticidas (BOIÇA JUNIOR et al., 2015), além de efeitos prejudiciais ao homem e outros animais (KOGAN, 1998).

O controle biológico ocorre quando inimigos naturais controlam uma população para um nível menor do que em sua ausência (BUENO et al., 2017). Os fungos, vírus, bactérias, protozoários e nematoides são considerados agentes entomopatogênicos (TIAGO et al., 2014), e possuem grande importância para equilibrar a população de seus hospedeiros na natureza e suprimir pragas agrícolas (LACEY et al., 2015).

No passado *C. includens* tinha importância secundária na soja, mas a partir da safra 2001/2002, com o surgimento da ferrugem asiática no Brasil, os fungicidas associados ao

controle da doença causaram a diminuição da ocorrência natural do fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) (KEPLER et al., 2014), o qual proporcionava controle natural da lagarta (ÁVILA; GRIGOLLI, 2014, DIAS et al., 2019). O fungo é conhecido como agente de controle biológico de lepidópteros-praga de diversas culturas, existindo cerca de 30 espécies de lepidópteros registrados como suscetíveis a este fungo, ocorrendo epizootias em lagartas (IGNOFFO et al., 1976).

A bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* Berliner (1915) (Eubacteriales: Bacillaceae) (*Bt*) é um microrganismo de excelente atuação sobre as lagartas (POLANCZYK et al., 2000; PEREIRA et al., 2009). A bactéria produz inclusões proteicas cristalinas que agem inicialmente sobre o epitélio levando ao desequilíbrio osmótico resultando na interrupção da alimentação e posteriormente, paralisia do intestino, matando o inseto entre 2 e 4 dias (HABIB; ANDRADE 1998, BUENO et al., 2012).

A pesquisa ainda precisa desenvolver técnicas com formulações mais eficientes considerando a redução de custos e a efetividade da aplicação. Além disso, é necessário garantir que o produtor tenha o conhecimento suficiente para utilizar estes produtos na forma correta. A integração entre microrganismos e agrotóxicos será uma importante ferramenta de manejo de insetos nas lavouras (LACEY et al., 2015).

Diante do exposto, com este trabalho objetivou-se avaliar o efeito dos entomopatógenos *M. rileyi* e *B. thuringiensis* em aplicações isoladas e combinadas associados ao ingrediente ativo Clorpirifós, no controle de *C. includens*, *R. nu* e *A. gemmatalis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido no município de Chapadão do Sul – MS, Brasil, coordenadas geográficas (-18.7336353, -52.5162478), em uma área circundada por lavouras comerciais de soja. O solo possui textura argilosa, constituído por 25% de areia, 15% de silte e 60% de argila.

Foram utilizadas duas cultivares comerciais de soja, sendo uma *Bt* (Foco IPRO), e a outra não *Bt* (Desafio RR). Essas cultivares são classificadas como de hábito de crescimento indeterminado e pertencem ao grupo de maturação 7.4. A soja *Bt* que foi avaliada possui o gene *CryIAc*, que confere resistência aos lepidópteros *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, *Chloridea virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), *Epinotia aporema* (Lepidoptera: Tortricidae) (BAYER, 2019). A cultivar Desafio RR possui o gene que confere tolerância ao herbicida glifosato.

O plantio foi mecanizado com plantadeira à vácuo, específica para o plantio de parcelas experimentais, na primeira quinzena de novembro de 2017. A adubação de base supriu as necessidades da cultura e foi definida de acordo com a análise de solo da área, sendo aplicado 350 Kg/ha⁻¹ do fertilizante NPK 02:30:20 no sulco de plantio.

O manejo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações agronômicas vigentes, respeitando as carências para evitar a interferência dos produtos nos tratamentos avaliados (GRIGOLLI, 2017).

O estudo foi conduzido à campo, composto por 14 tratamentos, sendo 7 com plantas de soja convencional e 7 com plantas *Bt* e 3 repetições, distribuídos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos aplicados em soja para o manejo do complexo de lagartas na cultura da soja.

Legenda	Tratamentos	Cultivares de Soja
T1	Testemunha sem aplicação	Desafio RR
T2	Clorpirifós	
T3	<i>Metarhizium rileyi</i>	
T4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	
T5	Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	
T6	Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T7	<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T8	Testemunha sem aplicação	Foco IPRO
T9	Clorpirifós	
T10	<i>Metarhizium rileyi</i>	
T11	<i>Bacillus thuringiensis</i>	
T12	Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	
T13	Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T14	<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) composto por 6 linhas de 5 metros com espaçamento entre plantas de 0,5m e de 1m de corredor entre os blocos, totalizando 630 m² de área experimental e stand de 15 plantas/m, sendo os tratamentos aplicados isolados ou em mistura (Tabela 1).

Foram utilizadas neste experimento 500g ha⁻¹ do formulado comercial Agree[®] ingrediente ativo *B. thuringiensis* e o inseticida Klorpan[®] 480 EC, ingrediente ativo Clorpirifós, na dose de 100 mL ha⁻¹, ambos em doses recomendadas pelos fabricantes (AGROFIT, 2019).

O fungo *M. rileyi* (isolado UFMS 03), por não possuir fórmula comercial, foi produzido de acordo com a metodologia Loureiro et al. (2019) e aplicado na dose de 5 Kg ha⁻¹ (arroz + fungo) (BORGES, 2016), misturados à água destilada e espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,01%. Os tratamentos com as combinações de produtos foram misturados e aplicados em

uma única calda de pulverização. No tratamento testemunha foi aplicado apenas água destilada e espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,01%.

O monitoramento de pragas com o pano de batida (medindo 1,0×1,0 m) iniciou-se 34 dias após o plantio, quando as plantas estavam em estágio vegetativo V4. As avaliações para monitorar a variação populacional das lagartas ocorreram com intervalo médio de 7 dias, utilizando o pano de batida em 3 pontos das 4 linhas centrais da parcela (área útil), desconsiderando-se as duas linhas de bordadura. As lagartas foram contabilizadas por tamanho, considerando indivíduos maiores e menores que 1,5 cm. Após quatro avaliações foi registrado o nível de controle, quando a infestação atingiu 20 lagartas por pano de batida, e os tratamentos foram aplicados.

As aplicações foram realizadas após às 16 h, com temperatura variando de 23 a 27 °C (Figura 1), utilizando um pulverizador costal à gasolina com ponta de pulverização de jato plano duplo modelo TTJ60-11002 (Teejet Technologies, Wheaton - Illinois / EUA), e volume de calda ajustado para 150 L ha⁻¹.

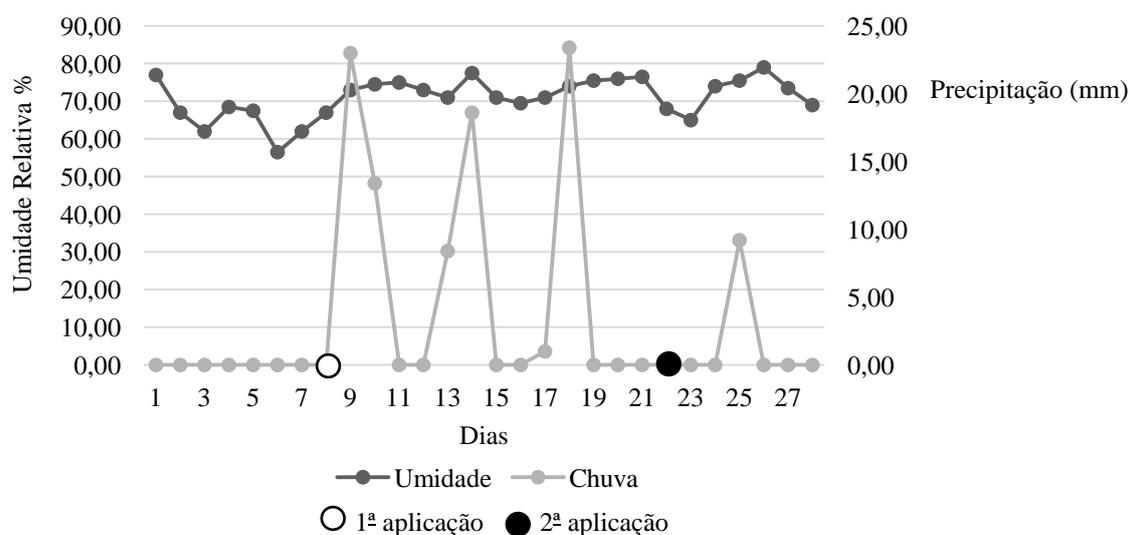


Figura 3. Umidade relativa média e precipitação no período de aplicação dos tratamentos. Fevereiro de 2018, Chapadão do Sul-MS. Safra 2017-2018.

A primeira avaliação foi realizada 10 dias após a primeira aplicação, para verificar a quantidade de lagartas vivas. As avaliações seguiram a metodologia citada anteriormente, para o monitoramento antes da aplicação dos tratamentos. Devido às chuvas constantes na região (Figura 2), foi constatado a necessidade de fazer uma segunda aplicação dos tratamentos, sendo realizada 5 dias após a primeira avaliação.

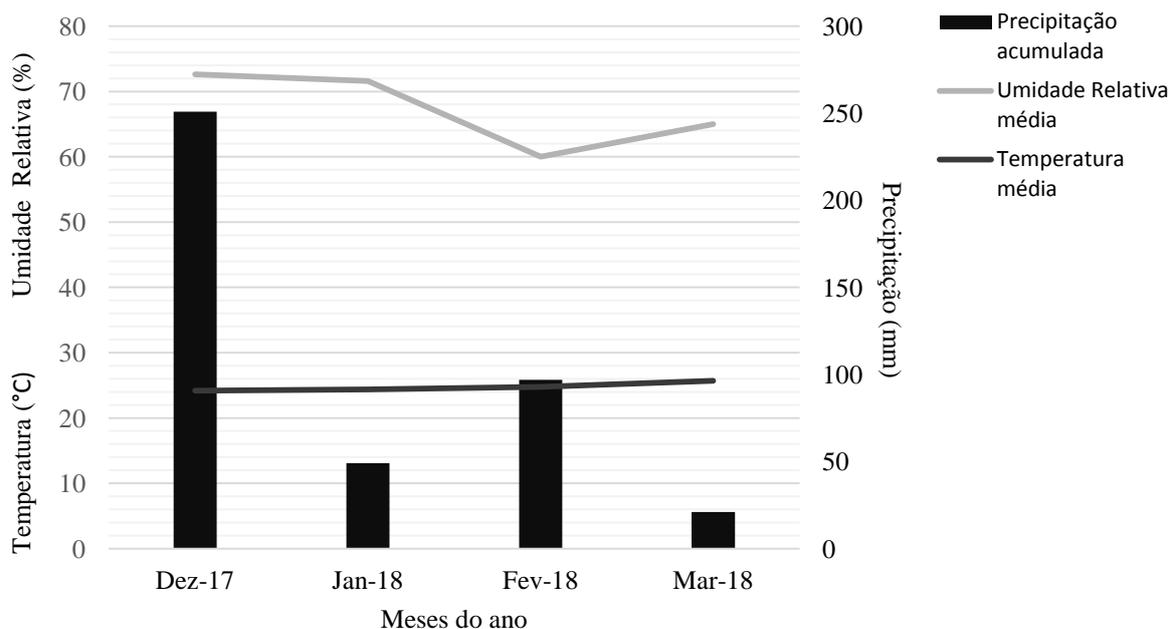


Figura 4. Dados meteorológicos durante a condução do experimento. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.

Após a maturação fisiológica, foi medido a altura das plantas e as 4 linhas centrais das parcelas foram colhidas para avaliar os parâmetros de produtividade da cultura. Destas linhas foram selecionadas 20 plantas ao acaso, em cada parcela, para medir a altura, a contagem do número de vagens e número de grãos por vagem. Todo o material foi processado em trilhadora estacionária, pesado individualmente. Para determinação da produtividade foi retirada uma amostra para aferição do peso de mil grãos (PMG) e determinação da umidade, a qual foi corrigida para 13%, determinação da umidade, a qual foi corrigida para 13%, dados de altura de planta (AP) e número de grãos por vagem (VG) (DEBIASE et al., 2010).

Os dados obtidos referentes a mortalidade dos insetos e a produtividade, foram submetidos a análise de variância (ANOVA), sendo a comparação entre médias dos tratamentos realizada pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o software Rbio (BHERING, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar comercial Foco IPRO, apresentou baixo número de indivíduos de *C. includens* em comparação a Desafio RR (Figura 3 e 4) evidenciando a eficácia da biotecnologia *Bt*, que foi desenvolvida como alvo para esta espécie (BERNARDI, 2012). A proteína Cry1Ac é expressa em folhas, pólen, antera, sementes e vagens, mas não nas raízes. A expressão é em alta dose, sendo 25 vezes a quantidade necessária para matar 99% de uma

população suscetível (MACRAE et al., 2005). A presença de lagartas maiores que 1,5 cm pode ser explicada pela menor solubilização das proteínas *Bt*, que depende do pH alcalino de lepidópteros. O crescimento da lagarta altera o pH deixando-o mais ácido e diminui a eficiência de controle por esta tecnologia (BRAVO et al., 2007).

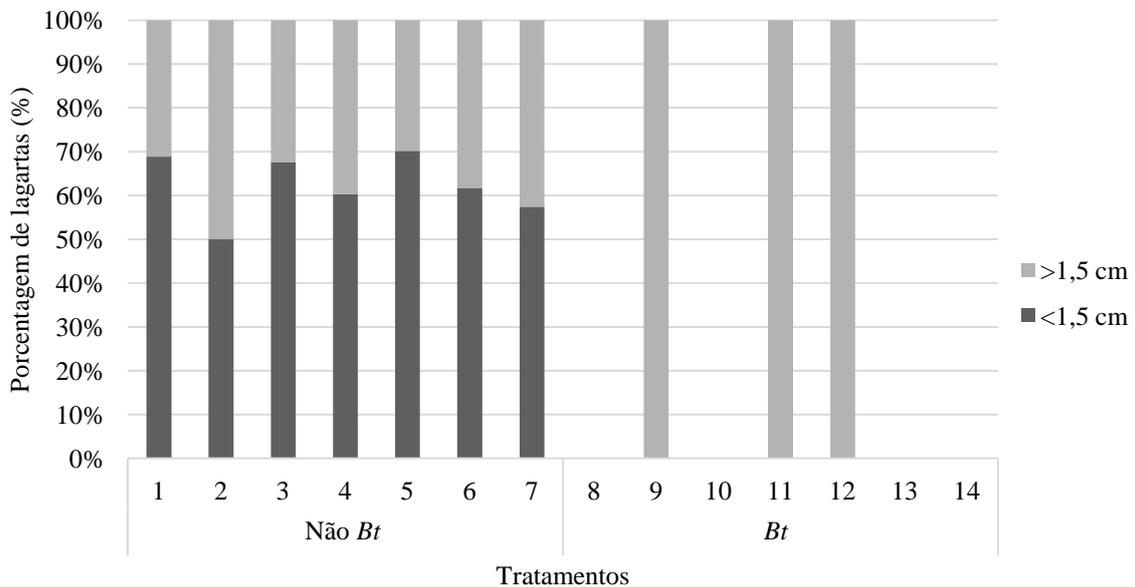


Figura 3. Porcentagem de lagartas de *C. includens* <1,5 cm e >1,5 cm antes da primeira aplicação dos tratamentos. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.

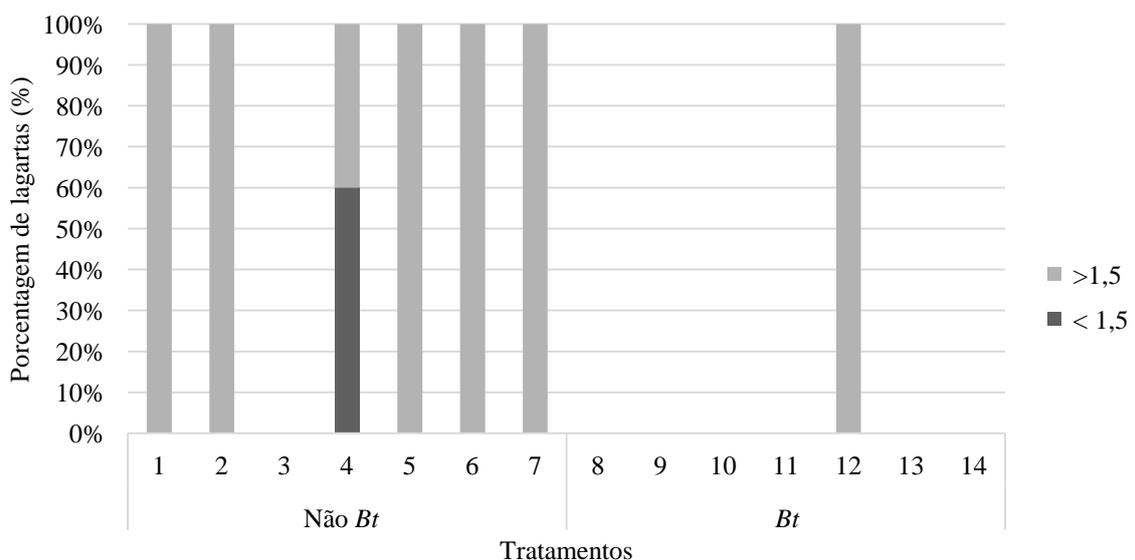


Figura 4. Porcentagem de lagartas de *R. nu* <1,5 cm e >1,5 cm antes da primeira aplicação dos tratamentos. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.

A alta incidência de *C. includens* nos tratamentos com a cultivar de soja Desafio RR (Figura 3) foi favorecida pelas condições climáticas (Figura 2) e pode estar relacionado com o uso frequente de fungicidas na região de cultivo do ensaio para o controle da ferrugem-da-soja. Essa lagarta é naturalmente mantida em equilíbrio por epizootias de fungos como o *M. rileyi* (MOSCARDI et al., 2012).

Avaliando a porcentagem de lagartas maiores ou menores (< ou >) que 1,5 cm antes da primeira aplicação dos tratamentos identificou-se que o material com o gene *Bt* apresentou apenas lagartas > 1,5 cm (Figura 3 e 4), sendo estas possíveis lagartas que migraram de parcelas não *Bt*.

Não foram encontradas lagartas da espécie *A. gemmatalis* antes da primeira aplicação. Observou-se que houve diferença entre as cultivares de soja na primeira, segunda e terceira avaliações, para o número de lagartas vivas de *C. includens*. Não houve diferenças significativas entre os produtos aplicados para esta espécie de lagarta (Tabela 2). As espécies *A. gemmatalis* e *R. nu* não tiveram diferenças estatísticas entre os parâmetros avaliados.

Ocorreu diferença significativa para os dois tamanhos de lagartas de *C. includens* na primeira e terceira avaliação. Na segunda avaliação a ocorrência de lagartas >1,5cm foi igual nas duas cultivares de soja (Tabela 3). Na quarta avaliação não houve diferença estatística para a população de lagartas vivas entre os materiais.

Tabela 2. Quadro de ANOVA para número de lagartas vivas de *C. includens*, *R. nu* e *A. gemmatalis* maiores ou menores que 1,5 cm de comprimento (</> 1,5 cm), submetidas aos tratamentos em cultivares de soja.

<i>Chrysodeixis includens</i>									
FV	GL	1ª aplicação		2ª aplicação					
		1ª avaliação 10 DAA		2ª avaliação 3 DAA		3ª avaliação 19 DAA		4ª avaliação 29 DAA	
		<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5
Bloco	2	6.45	16.09	4.5	0.5	0.31	1.02	0.01	0.38
Produtos (P)	6	4.19	2.82	2.32	0.66	0.02	0.33	0.01	0.16
Variedade (V)	1	120.02*	88.6*	25.93*	9.52*	0.86*	6.88*	0.01	0.29
V x P	6	4.19	3.04	1.93	0.91	0.14	0.32	0.01	0.12
Resíduo	26	4.29	6.52	1.7	0.55	0.17	0.69	0.01	0.2
Total	41								

<i>Rachiplusia nu</i>									
FV	GL	1ª aplicação		2ª aplicação					
		1ª avaliação 10 DAA		2ª avaliação 3 DAA		3ª avaliação 19 DAA		4ª avaliação 29 DAA	
		<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5
Bloco	2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Produtos (P)	6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Variedade (V)	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
V x P	6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Resíduo	26	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	41								

FV	GL	1ª aplicação		2ª aplicação					
		1ª avaliação 10 DAA		2ª avaliação 3 DAA		3ª avaliação 19 DAA		4ª avaliação 29 DAA	
		<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5
Bloco	2	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Produtos (P)	6	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Variedade (V)	1	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
V x P	6	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Resíduo	26	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	41								

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste *t*. DAA = Dias após a aplicação.

Anticarsia gemmatalis

Tabela 3. Número médio (\pm EP) de lagartas vivas de *C. includens* maiores ou menores que 1,5 cm de comprimento ($</>$ 1,5 cm), entre as cultivares de soja após aplicação, independente do tratamento fitossanitário.

	1ª aplicação		2ª aplicação					
	1ª avaliação		2ª avaliação		3ª avaliação		4ª avaliação	
	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5	<1.5	>1.5
Desafio RR	3.38 \pm 0.65 a	3.00 \pm 0.72 a	1.71 \pm 0.40 a	1.05 \pm 0.16 a	0.33 \pm 0.10 a	0.81 \pm 0.23 a	0.00 \pm 0.00 a	0.19 \pm 0.13 a
Foco IPRO	0.00 \pm 0.00 b	0.09 \pm 0.06 b	0.14 \pm 0.30 b	0.09 \pm 0.23 a	0.05 \pm 0.05 b	0.00 \pm 0.00 b	0.02 \pm 0.00 a	0.00 \pm 0.00 a
C.V. %	122.65	155.45	140.63	129.93	207.14	201.45	635.75	448.51

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente em teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

No mês de aplicação dos tratamentos foram registrados 97 mm de precipitação acumulada e a umidade média ficou em 60% (Figura 1). A baixa eficiência da primeira aplicação pode estar relacionada com a quantidade de chuva registrada após a pulverização (Figuras 1 e 2). Nas 48h após a primeira aplicação ocorreram dois momentos de chuva contabilizando 36,4 mm (Figura 1). Cantwell e Franklin (1966) ressaltaram que apesar da radiação ultravioleta reduzir a viabilidade dos esporos de *Bt*, a chuva não influenciou a viabilidade do *Bt*, porém provocou a lavagem do produto. Leong et al. (1980) relataram que a chuva causou redução significativa dos esporos viáveis de *Bt*, devido a lavagem da formulação do limbo foliar da planta.

Verificou-se que houve diminuição na população de lagartas 10 dias após a primeira aplicação para a cultivar de soja Desafio RR (T1 a T7) (Tabela 4). As maiores reduções foram com a aplicação de *M. rileyi* + *B. thuringiensis* (78,7%) e *B. thuringiensis* (72,0%), respectivamente. O tratamento com o inseticida Clorpirifós foi o que promoveu menor redução da população de lagartas (16,7%). Na cultivar de soja *Bt* não ocorreu presença de lagartas (Tabela 4).

Tabela 4. Número de lagartas de *C. includens* antes e após as duas aplicações dos tratamentos.

Tratamentos*	Primeira Aplicação			Segunda Aplicação		
	Antes	Após	Redução (%)	Antes	Após	Redução (%)
T1 Testemunha (sem aplicação de produtos)	45	10	77.7	10	3	70.0
T2 Clorpirifós	30	25	16.7	25	6	76.0
T3 <i>Metarhizium rileyi</i>	34	23	32.4	23	2	91.3
T4 <i>Bacillus thuringiensis</i>	68	19	72.0	19	3	84.2
T5 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	57	20	64.9	20	2	90.0
T6 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	34	27	20.6	27	3	88.8
T7 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	47	10	78.7	10	5	50.0
T8 Testemunha (sem aplicação de produtos)	0	0	0.0	0	1	-
T9 Clorpirifós	1	0	100.0	0	0	0.0
T10 <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	0.0	0	0	0.0
T11 <i>Bacillus thuringiensis</i>	1	1	0.0	1	0	100.0
T12 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	2	1	50.0	1	0	100.0
T13 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0.0	0	0	0.0
T14 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0.0	0	0	0.0

* T1 a T7 cultivar Desafio RR; T8 a T14 cultivar FOCO IPRO.

O monitoramento decorrido 19 dias após a segunda aplicação registrou novamente diminuição na população de lagartas de *C. includens*. Após a segunda aplicação, as maiores reduções populacionais de lagartas na soja cultivar Desafio RR ocorreram nos tratamentos

com aplicação de *M. rileyi* (91,3%), Clorpirifós + *M. rileyi* (90,0%), Clorpirifós + *B. thuringiensis* (88,89%), e *B. thuringiensis* (84,2%), respectivamente (Tabela 4). Para a soja *Bt* foi registrado baixa quantidade destas espécies de lagartas.

A flutuação populacional de *R. nu* e *A. gemmatalis* foi baixa durante o ciclo da cultura e os indivíduos identificados não atingiram o nível para controle populacional. Para *A. gemmatalis*, foi encontrado apenas um indivíduo no Tratamento 7, antes da segunda aplicação e a *R. nu* foi encontrada principalmente nos tratamentos com soja não *Bt* (Tabela 5).

Tabela 5. Número de lagartas de *R. nu* antes e após as duas aplicações dos tratamentos.

Tratamentos	Primeira Aplicação		
	Antes	Após	Redução (%)
T1 Testemunha sem aplicação	1	0	100.0
T2 Clorpirifós	1	0	100.0
T3 <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	100.0
T4 <i>Bacillus thuringiensis</i>	5	0	100.0
T5 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	1	0	100.0
T6 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	2	0	100.0
T7 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1	0	100.0
T8 Testemunha sem aplicação	0	0	0.0
T9 Clorpirifós	0	0	0.0
T10 <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	0.0
T11 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0.0
T12 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	1	0	100.0
T13 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0.0
T14 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0.0

* T1 a T7 cultivar Desafio RR; T8 a T14 cultivar FOCO IPRO.

Analisando a porcentagem total de lagartas < ou > 1,5cm de comprimento após a segunda aplicação foi observado que a cultivar Desafio RR registrou a mediana 63,3% de lagartas <1,5 cm e 36,7% de lagartas >1,5cm. A avaliação da eficiência de controle das lagartas registrou a mediana de 91,1% para lagartas <1,5 cm e 21,1% para >1,5 cm. Devido à baixa infestação na cultivar *Bt*, a mediana ficou com valor zero para os parâmetros descritos acima (Figura 3).

A redução na quantidade de lagartas nas testemunhas foi esperada devido ao ciclo biológico da lagarta. Na testemunha não *Bt*, da quantidade de lagartas verificadas antes da primeira aplicação, 31% eram maiores que 1,5cm. Após a primeira aplicação foram registradas 70% >1,5cm e após a segunda aplicação, 100% dos indivíduos foram >1,5 cm

(Figura 3). A espécie *C. includens* possui em média 5 a 6 instares larvais e o ciclo médio é de 26 dias (MOSCARDI et al., 2012).

Segundo Sujii et al. (2002) chuvas esparsas e irregulares durante o ciclo da soja favoreceram o crescimento populacional de lagartas que atacam a cultura enquanto chuvas bem distribuídas favorecem a ocorrência do fungo *M. rileyi*. Edelstein et al. (2004) descreve que *M. rileyi* é altamente sensível a fatores nutricionais e condições ambientais em comparação com outros fungos entomopatogênicos, e esses fatores podem afetar os aspectos microbiológicos como a virulência dos conídios e a estabilidade no armazenamento. De acordo com Sujii et al. (2002), as lagartas da família Noctuidae estão entre as mais suscetíveis a este patógeno, e sob condições ambientais favoráveis este fungo é capaz de reduzir drasticamente populações destes insetos.

Boucias et al. (2000) relataram que em sistemas agrícolas subtropicais e temperados, este entomopatógeno provoca mortalidade superior a 90%. No presente estudo, *M. rileyi* reduziu a população de *C. includens* aplicado sozinho ou em associação diferindo dos resultados de Ignoffo (1981) que observou 67% de mortalidade para essa mesma espécie; além disso, observou também redução na capacidade reprodutiva dos adultos, favorecendo seu manejo com outras medidas baseadas no manejo integrado de pragas (MIP). Alves et al. (1978) obtiveram mortalidade entre 50 e 60% para a mesma lagarta em algodoeiro, em campo.

Os resultados do presente estudo se assemelham 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, 2019).

A atividade tóxica do *B. thuringiensis* está intimamente ligada às características do hospedeiro como pH intestinal, complexo enzimático e receptores específicos (Berlitz et al., 2006). Esses fatores podem ter contribuído à infecção das lagartas *C. includens*, consequentemente a morte das mesmas.

Em campo, a diferença de comportamento do inseto, pela ação do inseticida é rapidamente percebida pelo agricultor, estimulando a implantação efetiva de um programa de manejo integrado (BORGES et al., 2011). O inseticida Klorpan[®] é um organofosforado que age por contato e ingestão dos insetos, atuam ligando-se à enzima Anticolinesterase inibindo

sua ação resultando em acúmulo de Acetilcolina na sinapse causando hiperexcitabilidade devido à transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos. Há uma paralisação dos músculos, principalmente os intercostais, impedindo a respiração e provocando a morte devido à ausência de oxigênio no cérebro (BUSATO et al., 2006).

A associação de inseticidas químicos e biológicos é uma estratégia eficiente para o manejo da resistência por ataque múltiplo, pois raramente seleciona-se populações resistentes aos entomopatógenos que ocorrem naturalmente no ambiente (OMOTO, 2000). Nesse tipo de associação espera-se que o agroquímico diminua a população da praga para aumentar eficácia do entomopatógeno, contribuindo para o controle do inseto alvo (ALVES et al., 1998), fato evidenciado no presente trabalho.

A avaliação dos parâmetros de produtividade evidenciou diferença estatística entre as cultivares de soja para os dados de altura de planta (AP), peso de mil grãos (PMG) e vagens com 1 grão (V1G). Também houve diferença estatística de produtividade entre os produtos aplicados. Apesar do maior registro de lagartas no cultivar Foco IPRO, não houve diferença estatística de produtividade e entre as cultivares avaliadas (Tabela 6).

Tabela 6. Quadro de ANOVA para os parâmetros fitotécnicos AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1, 2, 3, 4G (vagem com 1, 2, 3 ou 4 grãos) e PROD (produtividade).

FV	GL	AP	PMG	V1G	V2G	V3G	V4G	PROD
Bloco	2	12.43	29.17	4.18	8.46	7.91	0.27*	45156
Produtos (P)	6	7.35	144.13	2.22	14.41	17.45	0.08	584175*
Cultivar	1	1966.64*	2157.17*	64.88*	16.59	155.06	0.02	333437
C x P	6	8.73	288.83	6.57	6.25	16.5	0.12	171168
Resíduo	26	8.59	130.6	5.05	18.4	13.95	0.07	79181
CV (%)		4.79%	7.74%	29.28%	21.95%	21.67%	46.56%	7.57%

*: Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

A cultivar Desafio RR se diferenciou estatisticamente pelo maior peso de mil grãos (PMG) e maior quantidade de vagens com 1 grão (V1G). No entanto, a Foco IPRO teve a maior altura de plantas e a produtividade foi estatisticamente igual à Desafio RR, considerando esse conjunto de parâmetros (Tabela 7).

Tabela 7. Médias (\pm EP) das cultivares em relação à AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), VIG (vagem com 1 grão) e PROD (produtividade).

	AP	PMG	VIG	PROD
Desafio RR	54.28 \pm 0.51 b	154.86 \pm 7.26 a	8.92 \pm 0.56 a	3807.34 \pm 201.3 a
Foco IPRO	67.97 \pm 0.75 a	140.52 \pm 4.04 b	6.43 \pm 0.37 b	3629.14 \pm 140.9 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente em teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

A empresa BRASMAX, detentora das cultivares informa o peso de mil grãos da Foco IPRO como 176g e da Desafio RR 170g (BRASMAX, 2020). Essa diferença em relação aos dados encontrados neste estudo pode estar relacionada com a época de plantio tardia em relação ao período recomendado, pois isso pode alterar a fisiologia das plantas e consequentemente o peso dos grãos. A soja possui fotoperíodo curto com média de 13 a 14 horas dia entre as cultivares, porém, esse dado pode sofrer mudanças de acordo com a época de semeadura e região trabalhada, e a influência do período de exposição à luz pode acarretar mudanças fisiológicas durante o estágio vegetativo da planta (FARIAS et al., 2007).

Em relação aos produtos aplicados, o tratamento com *M. rileyi* e o tratamento com Clorpirifós + *M. rileyi* apresentaram as maiores médias de produtividade nas duas cultivares avaliadas, sendo estatisticamente iguais (Tabela 8). De acordo com Fathipour; Sederatian (2013), recomenda-se a associação de inseticidas em baixas doses com o controle biológico para potencializar os benefícios de uma aplicação de inseticida e ainda reduzir a pressão de seleção de indivíduos resistentes aos ingredientes ativos.

Tabela 8. Produtividade (PROD) (\pm EP) e incremento da produtividade (%) média em relação aos tratamentos aplicados, independente da cultivar de soja.

Tratamentos	PROD	Incremento de produtividade (%)
Testemunha	3463.2 \pm 108.27 C	—
Clorpirifós	3698.9 \pm 40.68 B	6.8
<i>Metarhizium rileyi</i>	4132.6 \pm 57.02 A	19.3
<i>Bacillus thuringiensis</i>	3644.4 \pm 95.83 B	5.2
Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	4096.2 \pm 97.72 A	18.3
Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	3719.9 \pm 91.07 B	7.4
<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	3272.5 \pm 42.13 C	-5.5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente em teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

O tratamento com *M. rileyi* aumentou a produtividade em 19,3%, equivalente à 11,3 sacas de soja a mais por hectare. A colonização de fungos entomopatogênicos em plantas pode ocasionar efeitos diretos, como a produção de fitormônios e aumento da capacidade

produtiva e indiretos, que podem expressar ações antagonistas com fitopatógenos (SASAN; BIDOCHKA, 2012). Alguns trabalhos relatam a ação endofítica do gênero *Metarhizium* e da espécie *anisopliae* (JABER; ENKERLI, 2016), podendo ser um indicativo de potencial para o estudo do *M. rileyi*.

4. CONCLUSÕES

Independente da cultivar, os tratamentos *M. rileyi* e Clorpirifós + *M. rileyi* proporcionaram os maiores incrementos na produtividade e, conseqüentemente, as melhores performances produtivas.

REFERÊNCIAS

AGROFIT, 2019. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16/10/2019.

ALBUQUERQUE, F. A. et al. Controle químico da lagarta falsa-medideira-da-soja *Chrysodeixis includens* (walker). In: **Anais Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, p. 2. Varginha: UFLA, 2005.

ALVES, S. B. et al. Produtos fitossanitários e entomopatógenos. In: ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, p. 217-238, 1998.

ALVES, S. B. et al. *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, eficiente patógeno de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802). **Ecosistema**, v. 3, p. 77, 1978.

ÁVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. Pragas da soja e seu controle. **Tecnologia e produção: Soja 2013/2014**. Fundação MS, p. 109-168. 2014.

BALBINOT JUNIOR, A. A. B. et al. Redução do espaçamento entre linhas na cultura da soja. **Circular técnica 106**. Embrapa. Londrina, PR, 2014.

BAYER, 2019. Disponível em: <<http://www.intactarr2pro.com.br/a-intacta>>. Acesso em: 04/11/2019.

BERLITZ, D. L. et al. Toxicology effects of δ -endotoxins and α -exotoxins of *Bacillus thuringiensis* in Wistar rats. **Neotrop Biol Conserv**, n. 1, v. 1, p. 35-38, 2006.

BERNARDI, O. Avaliação do risco de resistência de lepidópteros - praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína *CryIAc* expressa em soja MON 87701 \times MON 89788 no Brasil. **Tese de Doutorado** (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, USP-Esalq, Piracicaba, 116 p., 2012.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool for Biometric and Statistical Analysis Using the R Platform. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** v. 17, p. 187-190, 2017.

BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina. n. 2, v.36, p. 607-618, 2015.

BORGES, F. S. P. Produtos fitossanitários no controle de lagartas *Chrysodeixis includens* Walker (1858) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Chapadão do Sul, 44p., 2016.

BORGES, L. R.; NOVA, M. X. V. Associação de inseticidas químicos e fungos entomopatogênicos no Manejo Integrado de Pragas – uma revisão. **Ambiência**. Guarapuava-PR, n.1, v.7, p.179-190, 2011.

BOUCIAS, D. G. et al. AFLP analysis of the entomopathogen *Nomuraea rileyi*. **Mycologia**, v. 92, p. 638-648, 2000.

BRASMAX. Cultivar: Região Cerrado. Disponível em: <
<http://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/>>. Acesso em: 16/01/2020.

BRAVO, A. et al. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. **Toxicon**, v. 49, p. 423-435, 2007.

BUENO, A.F., et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPOS, C.B. et al. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, Brasília, BRA. p. 493-629. 2012.

BUENO, A.F., et al. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, p. 10, 2017.

BUSATO, G. R. et al. Susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas com diferentes modos de ação. **Ciência Rural**, Santa Maria, n. 1, v. 36, p. 15-20, 2006.

CANTWELL G.E; FRANKLIN B.A. Inactivation by irradiation of spores of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 8, p.256-258, 1966.

CRICKMORE, N. et al. "*Bacillus thuringiensis* toxin nomenclature". Disponível em: <<http://www.btnomenclature.info>> Acesso em 8 abril. 2020.

DEBIASI, et al. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, n. 6, v.45, p.603-612, 2010.

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. (2019a). Epizootia de *Metarhizium rileyi* em *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivo de soja. 71ª Reunião Anual da SBPC. 2019. UFMS Campo Grande / MS. **Anais...** Campo Grande, MS.

EDELSTEIN, J.D. et al. Selection of culture media and in vitro assessment of temperature-dependent development of *Nomuraea rileyi*. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 737-742, 2004.

FARIAS, et al. Ecofisiologia da soja. **Embrapa Soja-Circular Técnica**, 2007.

GRIGOLLI, J.F.J. Pragas da soja e seu controle. **Tecnologia e Produção: Soja 2016/2017**. Fundação MS. Maracaju – MS. p. 148-173, 2017.

GUEDES et al. Sistemas de aplicação e inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatalis* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 8, p. 910-914, 2012.

HABIB, M.E.M.; ANDRADE, C.F.S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES SB. **Controle Microbiano de Insetos**. 2ª ed. Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, Brasil, p. 383-446, 1998.

IGNOFFO, C.M., et al. Susceptibility of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*, and the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*, to several isolates of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.28, p. 259-262, 1976.

IGNOFFO, C. M. The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticide, p. 513-538. In H.D. Burgers (ed.), **Microbial control of pests and plant diseases: 1970-1980**. London, Academic Press, 949, 1981.

JABER, L. R.; ENKERLI, J. Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. **Biological control**, New York, v. 103, p. 187-195. 2016.

KEPLER, R.M., et al. Clarification of generic and species boundaries for *Metarhizium* and related fungi through multigene phylogenetics. **Mycologia**, v. 106, p. 464-480. 2014.

KOGAN, M. Integrate pest management historical, perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 243-270, 1998.

LACEY, L. A. et al. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 132, p. 1-41, 2015.

LEONG, K. L. H. et al. Factors Affecting *Bacillus thuringiensis* Total Field Persistence. **Environmental Entomology**, v.9, p. 593-599, 1980.

LOUREIRO, E. S. et al. Hydration levels on conidial production of *Metarhizium rileyi* (Ascomycota) in solid growing medium. **Revista de Agricultura Neotropical**, n. 3, v. 6, p. 48-52, 2019.

LOURENÇÃO, A. L., et al. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta da soja e de percevejos. **Neotropical Entomology**. Londrina, n. 2, v. 39, p. 275-281, 2010.

MACRAE T.C. et al. Laboratory and field evaluations of transgenic soybean exhibiting high-dose expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* gene for control of Lepidoptera. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 577-587, 2005.

MORAES et al. Flutuação populacional de *Plusiinae* e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 51-56, 1991.

MARSARO JUNIOR et al. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no estado de Roraima. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, p. 71-76, 2010.

MOSCARDI, F. et al. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: Soja Manejo Integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Ed. HOFFMANN-CAMPO C. B. et al. **Embrapa Soja**, Brasília, DF. p. 213-309, 2012.

OLIVEIRA, I. R. et al. Associação dos controles biológico e químico para manejo da lagarta-do-cartucho na cultura do sorgo forrageiro. **Comunicado Técnico, 234**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 16, 2018.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES J.C. et al. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS. p. 31-50. 2000.

PEREIRA, J.M. et al. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n. 2, v. 39, p.140-143, 2009.

POLANCZYK, R. A. et al. Effectiveness of *Bacillus Thuringiensis* Strains Against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Brazilian Journal Microbiology**, v. 31, p. 165-167, 2000.

SASAN, R.K. ; BIDOCHKA, M.J. The insect-pathogenic fungus *Metharizium robertsii* (*Clavicipiceae*), is also an endophyte that stimulates plant root development. **American Journal of Botany**. P 101-107. 2012.

SOSA-GÓMEZ, et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 90p, 2010.

SUJII, E. R. et al. Simulação do impacto do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 11, v. 37, p. 1551-1558, 2002.

TIAGO, P.V. et al. Biological insect control using *Metarhizium anisopliae*: morphological, molecular, and ecological aspects. **Ciência Rural**, n. 4, v. 44, p. 645-651, 2014.

CAPÍTULO 3

MANEJO DE *Chloridea virescens* E *Helicoverpa armigera* NA CULTURA DA SOJA COM BIOINSETICIDAS E INSETICIDA QUÍMICO

RESUMO:

A seleção de populações de lepidópteros-pragas resistentes aos inseticidas expõe um cenário em que se necessita de métodos alternativos para o manejo da cultura da soja. A associação de inseticidas químicos e biológicos é uma ferramenta com grande potencial de eficiência, porém existem poucos estudos sobre estas interações. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos agentes microbiológicos *Metarhizium rileyi* (isolado UFMS 03), *Bacillus thuringiensis* (Agree®) do ingrediente ativo Clorpirifós no controle de *Chloridea virescens* e *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Esses métodos de controle foram testados isolados e em mistura, em soja com a tecnologia *Bt* e não *Bt*. O experimento foi realizado à campo, com delineamento em blocos casualizados composto por 14 tratamentos e 3 repetições. O plantio foi mecanizado e os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal motorizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Não houve diferença estatística entre os produtos avaliados para a mortalidade de lagartas. A soja *Bt* foi eficiente no controle de *C. virescens* e *H. armigera*. Os tratamentos com *M. rileyi* e com Clorpirifós + *M. rileyi* apresentaram os maiores índices de produtividade e foram estatisticamente semelhantes. *M. rileyi* proporcionou um aumento de 19,3% e Clorpirifós + *M. rileyi* de 18,3% de incremento na produtividade da soja em relação à testemunha.

Palavras-chave: Produtos fitossanitários. *Metarhizium rileyi*. *Bacillus thuringiensis*.

Lepidópteros-praga. Controle Microbiano. *Glycine max* (L).

ABSTRACT:

The selection of pest population due to insecticide resistance exposes a scenario in which alternative methods are required for crop management. The association of chemical and biological insecticides is an alternative for the control of caterpillars in soybeans, but there are not many studies on these interactions. The objective of this trial was to evaluate the effect of the microbiological agents *M. rileyi* (strain UFMS 03), *B. thuringiensis* (Agree®) and the active ingredient Chlorpyrifos in the control of *Chloridea virescens* and *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). These control methods were applied isolated and in mixture, in *Bt* and non-*Bt* soybeans. The experiment was carried out in the field, with a randomized block design consisting of 14 treatments and 3 replications. Planting was mechanized and spraying was performed with back spray. The data were submitted to analysis of variance and the averages compared by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). There was no statistical difference among the evaluated products for caterpillar mortality. The *Bt* soybean was efficient in the control of *C. virescens* and *H. armigera*. The treatments with *M. rileyi* and with Chlorpyrifos + *M. rileyi* have shown the highest productivity indexes and were statistically similar. *M. rileyi* recorded an increase of 19.3% and Chlorpyrifos + *M. rileyi* recorded an increase of 18.3% in soybean productivity in relation to the control.

Keywords: Pesticide. *Metarhizium rileyi*. *Bacillus thuringiensis*. Lepidopteran pest.

Microbial Control. *Glycine max*.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, e o maior exportador do grão (EMBRAPA, 2020). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estima que a área total de soja plantada no Brasil na safra 2019/2020 foi de 36,6 milhões de hectares (IBGE, 2020). Conhecer o impacto dos danos causados por insetos no desenvolvimento e na produção da soja é essencial para criar uma estratégia de manejo eficiente para a cultura (DEGRANDE; VIVAN, 2012).

O complexo de lepidópteros-pragas destaca-se entre os principais grupos de pragas da soja, com danos associados desde a desfolha parcial do limbo e das nervuras foliares até a destruição completa da planta (LOURENÇÃO et al., 2010). Neste complexo encontram-se as espécies *Chloridea virescens* (= *Heliothis virescens*) (Fabricius, 1781) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera, Noctuidae) (GRIGOLLI; GRIGOLLI, 2018).

A espécie *C. virescens*, chamada de lagarta-das-maçãs, se tornou uma praga importante para a cultura da soja, principalmente em áreas próximas a cultivos de algodão (Tomquelski; Maruyama, 2009) pois é uma praga generalista e de grande potencial de dispersão (BLANCO et al., 2007). Essa lagarta tem a facilidade de encontrar plantas hospedeiras na entressafra, como por exemplo a espécie de buva (*Conyza bonariensis*) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) (CONCENÇO et al., 2011).

A espécie *H. armigera* foi relatada pela primeira vez no Brasil em 2013, nos estados de Goiás, Mato Grosso, Bahia e Paraná e antes disso era considerada praga quarentenária (CZEPAK et al., 2013). Essa lagarta ataca as estruturas vegetativas e reprodutivas, como cotilédones, folhas, flores e vagens (JOHNSON; ZALUCKI, 2005). Apresenta alta capacidade de dispersão e pode migrar para longas distâncias, sobrevivendo em condições adversas (MIRONIDIS et al., 2010).

O uso do controle químico ainda é a tática mais utilizada para o manejo destas pragas, entretanto, o uso excessivo ocasiona efeitos adversos, como o impacto ambiental, mortalidade de inimigos naturais e, principalmente, a seleção de populações de pragas resistentes aos inseticidas (BOIÇA JUNIOR et al., 2015), além de efeitos prejudiciais ao homem e outros animais (KOGAN, 1998).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é uma ferramenta imprescindível para diminuir a pressão de seleção de indivíduos resistentes e evitar a resistência de insetos, reduzindo o uso de agrotóxicos, através do monitoramento de infestações e no uso de tecnologias mais sustentáveis, como o controle biológico (WYCKHUYS et al., 2013). O sucesso desse controle é conhecido em várias culturas no Brasil, e para a soja, a Embrapa Soja – Centro Nacional de

Pesquisa de Soja (CNPSo) desenvolveu um dos maiores programas de MIP do mundo (CAMPO et al., 2000, BUENO et al., 2017). É uma medida de controle que tem potencial para ser utilizada em combinação com agrotóxicos (PARRA et al., 2002) ou mesmo com plantas transgênicas que contêm genes *Bt* (FERRE; VAN RIE, 2002).

Fazem parte do controle biológico fungos, vírus, bactérias, protozoários e nematoides considerados agentes entomopatogênicos (THIAGO et al., 2014), e possuem grande importância para equilibrar a população de seus hospedeiros na natureza e suprimir pragas agrícolas (LACEY et al., 2015).

O fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) (Kepler et al., 2014) é conhecido como agente de controle biológico de lepidópteros-praga de diversas culturas. Existem cerca de 30 espécies de lepidópteros registrados como suscetíveis a este fungo, ocorrendo epizootias em lagartas (IGNOFFO et al., 1976). De acordo com Sujii et al. (2002), as lagartas da família Noctuidae estão entre as mais suscetíveis a este patógeno, e sob condições ambientais favoráveis este fungo é capaz de reduzir drasticamente populações destes insetos. Entretanto, com o surgimento da ferrugem asiática no Brasil na safra 2001/2002, os fungicidas associados ao controle da doença causaram a diminuição da ocorrência natural do fungo *M. rileyi* (ÁVILA; GRIGOLLI, 2014).

A bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae) (*Bt*) é uma bactéria gram-positiva que produz proteínas inseticidas com diferentes especificidades de insetos, denominadas toxinas Vip, Cyt ou Cry (PARDO-LÓPEZ et al., 2013). As proteínas Cry e Cyt são delta-endotoxinas formadas como inclusão de cristais durante a fase de esporulação do crescimento, e as proteínas Vip são sintetizadas durante a fase vegetativa do crescimento (CHAKROUN et al., 2016). Essas inclusões proteicas cristalinas agem inicialmente sobre o epitélio absorvente do intestino médio levando ao desequilíbrio osmótico resultando na interrupção da alimentação e posteriormente, paralisia do intestino, matando o inseto entre 2 e 4 dias (HABIB; ANDRADE 1998, BUENO et al., 2012).

É importante difundir o conhecimento sobre os entomopatógenos para que os produtores utilizem esta ferramenta de manejo e possam reduzir custos com inseticidas químicos e evitar a contaminação do meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2018). Além de produtos formulados com qualidade, é necessário garantir que o produtor tenha o conhecimento suficiente para utilizá-los na forma correta. A integração entre microrganismos e agrotóxicos será uma importante ferramenta de manejo de insetos nas lavouras (LACEY et al., 2015). Há grandes oportunidades no uso dos microbiológicos visando a estabilidade

ambiental, a eficácia e a relação custo-benefício das práticas agronômicas. Diante do exposto, com este trabalho objetivou-se avaliar o efeito dos entomopatógenos *M. rileyi* e *B. thuringiensis* em aplicações isoladas e combinadas, associados ao ingrediente ativo Clorpirifós, no controle de *C. virescens* e *H. armigera* na soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido no município de Chapadão do Sul – MS, Brasil, coordenadas geográficas (-18.7336353, -52.5162478), em uma área circundada por lavouras comerciais de soja. O solo possui textura argilosa, constituído por 25% de areia, 15% de silte e 60% de argila.

Foram utilizadas duas cultivares comerciais de soja, sendo uma *Bt* (Foco IPRO), e a outra não *Bt* (Desafio RR). Essas cultivares são classificadas como de hábito de crescimento indeterminado e pertencem ao grupo de maturação 7.4. A soja *Bt* que foi avaliada possui o gene *CryIAc*, que confere resistência aos lepidópteros *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, *Chloridea virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), *Epinotia aporema* (Lepidoptera: Tortricidae) (BAYER, 2019). A cultivar Desafio RR possui o gene que confere tolerância ao herbicida glifosato.

O plantio foi mecanizado com plantadeira à vácuo, específica para o plantio de parcelas experimentais, na primeira quinzena de novembro de 2017. A adubação de base supriu as necessidades da cultura e foi definida de acordo com a análise de solo da área, sendo aplicado 350 Kg/ha⁻¹ do fertilizante NPK 02:30:20 no sulco de plantio.

O manejo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações agronômicas vigentes, respeitando as carências para evitar a interferência dos produtos nos tratamentos avaliados (GRIGOLLI, 2017).

O estudo foi conduzido à campo, composto por 14 tratamentos, sendo 7 com plantas de soja convencional e 7 com plantas *Bt* e 3 repetições, distribuídos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos aplicados para o manejo do complexo de lagartas na cultura da soja.

Legenda	Tratamentos	Cultivares de Soja
T1	Testemunha sem aplicação	Desafio RR
T2	Clorpirifós	
T3	<i>Metarhizium rileyi</i>	
T4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	
T5	Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	
T6	Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T7	<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T8	Testemunha sem aplicação	Foco IPRO
T9	Clorpirifós	

T10	<i>Metarhizium rileyi</i>	
T11	<i>Bacillus thuringiensis</i>	
T12	Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	
T13	Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	
T14	<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) composto por 6 linhas de 5 metros com espaçamento entre plantas de 0,5m e de 1m de corredor entre os blocos, totalizando 630 m² de área experimental e stand de 15 plantas/m, sendo os tratamentos aplicados isolados ou em mistura (Tabela 1).

Foram utilizadas neste experimento 500g ha⁻¹ do formulado comercial Agree[®] ingrediente ativo *B. thuringiensis* e o inseticida Klorpan[®] 480 EC, ingrediente ativo Clorpirifós, na dose de 100 mL ha⁻¹, ambos em doses recomendadas pelos fabricantes (AGROFIT, 2019).

O fungo *M. rileyi* (isolado UFMS 03), por não possuir fórmula comercial, foi produzido de acordo com a metodologia Loureiro et al. (2019) e aplicado na dose de 5 Kg ha⁻¹ (arroz + fungo) (BORGES, 2016), misturados à água destilada e espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,01%. Os tratamentos com as combinações de produtos foram misturados e aplicados em uma única calda de pulverização. No tratamento testemunha foi aplicado apenas água destilada e espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,01%.

O monitoramento de pragas com o pano de batida (medindo 1,0×1,0 m) iniciou-se 34 dias após o plantio, quando as plantas estavam em estágio vegetativo V4. As avaliações para monitorar a variação populacional das lagartas ocorreram com intervalo médio de 7 dias, utilizando o pano de batida em 3 pontos das 4 linhas centrais da parcela (área útil), desconsiderando-se as duas linhas de bordadura. As lagartas foram contabilizadas por tamanho, considerando indivíduos maiores e menores que 1,5 cm. Após quatro avaliações foi registrado o nível de controle, quando a infestação atingiu 20 lagartas por pano de batida, e os tratamentos foram aplicados.

As aplicações foram realizadas após às 16 h, com temperatura variando de 23 a 27 °C (Figura 1), utilizando um pulverizador costal à gasolina com ponta de pulverização de jato plano duplo modelo TTJ60-11002 (Teejet Technologies, Wheaton - Illinois / EUA), e volume de calda ajustado para 150 L ha⁻¹.

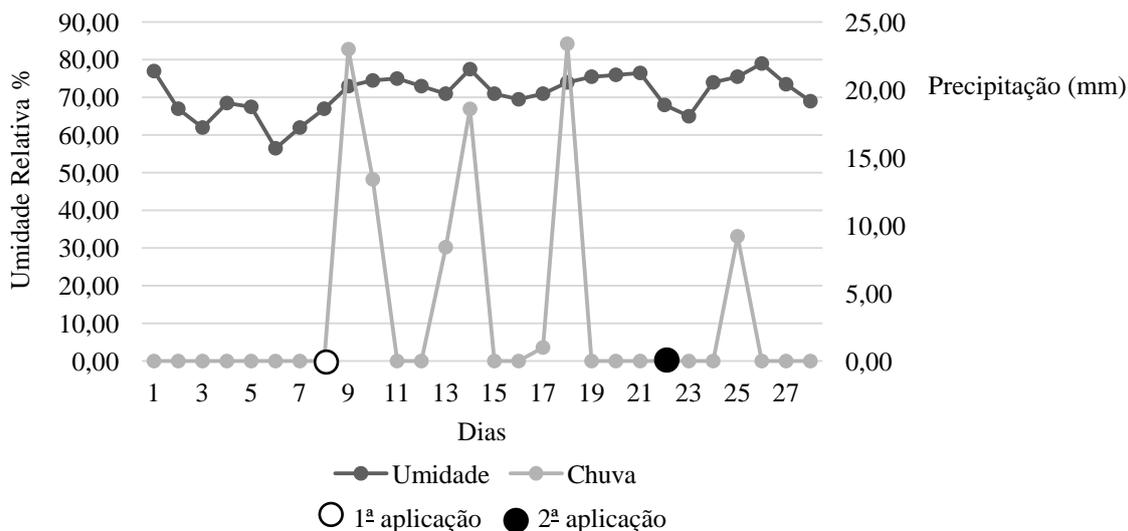


Figura 5. Umidade relativa média e precipitação no período de aplicação dos tratamentos. Fevereiro de 2018, Chapadão do Sul-MS. Safra 2017-2018.

A primeira avaliação foi realizada 10 dias após a primeira aplicação, para verificar a quantidade de lagartas vivas. As avaliações seguiram a metodologia citada anteriormente, para o monitoramento antes da aplicação dos tratamentos. Devido às chuvas constantes na região (Figura 2), foi constatado a necessidade de fazer uma segunda aplicação dos tratamentos, sendo realizada 5 dias após a primeira avaliação.

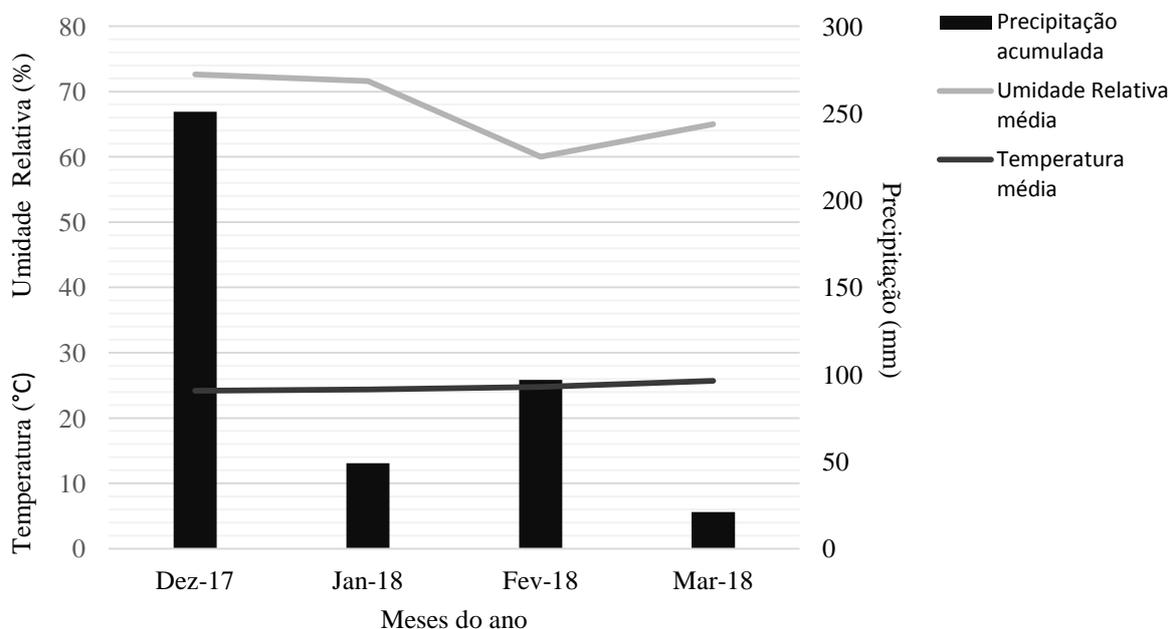


Figura 6. Dados meteorológicos durante a condução do experimento. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.

Após a maturação fisiológica, foi medido a altura das plantas e as 4 linhas centrais das parcelas foram colhidas para avaliar os parâmetros de produtividade da cultura. Destas linhas foram selecionadas 20 plantas ao acaso, em cada parcela, para medir a altura, a contagem do número de vagens e número de grãos por vagem. Todo o material foi processado em trilhadora estacionária, pesado individualmente. Para determinação da produtividade foi retirada uma amostra para aferição do peso de mil grãos e determinação da umidade, a qual foi corrigida para 13%, dados de altura de planta (AP) e número de grãos por vagem (VG) (DEBIASE et al., 2010). Os dados obtidos referentes a mortalidade dos insetos e a produtividade, foram submetidos a análise de variância (ANOVA), sendo a comparação entre médias dos tratamentos realizada pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o software Rbio (BHERING, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística para o número de lagartas vivas de *C. virescens* e *H. armigera* antes e após a primeira e segunda aplicação.

Tabela 2. Quadro de ANOVA para número de lagartas vivas de *C. virescens* e *H. armigera*, maiores ou menores que 1,5 cm de comprimento ($</> 1,5$ cm), submetidas aos tratamentos em cultivares de soja.

<i>C. virescens</i>									
FV	GL	1ª aplicação		2ª aplicação					
		1ª avaliação 10 DAA		2ª avaliação 3 DAA		3ª avaliação 19 DAA		4ª avaliação 29 DAA	
		H<1.5	H>1.5	H<1.5	H>1.5	H<1.5	H>1.5	H<1.5	H>1.5
Bloco	2	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Produtos (P)	6	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Variedade (V)	1	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
V x P	6	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Resíduo	26	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	41								

<i>H. armigera</i>									
FV	GL	1ª aplicação		2ª aplicação					
		1ª avaliação 10 DAA		2ª avaliação 3 DAA		3ª avaliação 19 DAA		4ª avaliação 29 DAA	
		Hv<1.5	Hv>1.5	Hv<1.5	Hv>1.5	Hv<1.5	Hv>1.5	Hv<1.5	Hv>1.5
Bloco	2	0,02	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Produtos (P)	6	0,02	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Variedade (V)	1	0,02	0,21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
V x P	6	0,02	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Resíduo	26	0,02	0,12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	41								

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste *t*. DAA = Dias após a aplicação.

A espécie *H. armigera* apresentou maior população do que a *C. virescens* durante todas as avaliações. Antes da primeira aplicação, do total de indivíduos de *H. armigera* identificados por tratamento, mais de 50% eram maiores que de 1,5 cm, mostrando que as lagartas se encontravam acima do tamanho ideal de controle para os produtos. A aplicação não foi realizada antes pois não estava em nível de controle. A eficiência do gene *Bt* é evidenciada pelo baixo número de lagartas em todos os tratamentos com a cultivar Foco IPRO (Figura 3).

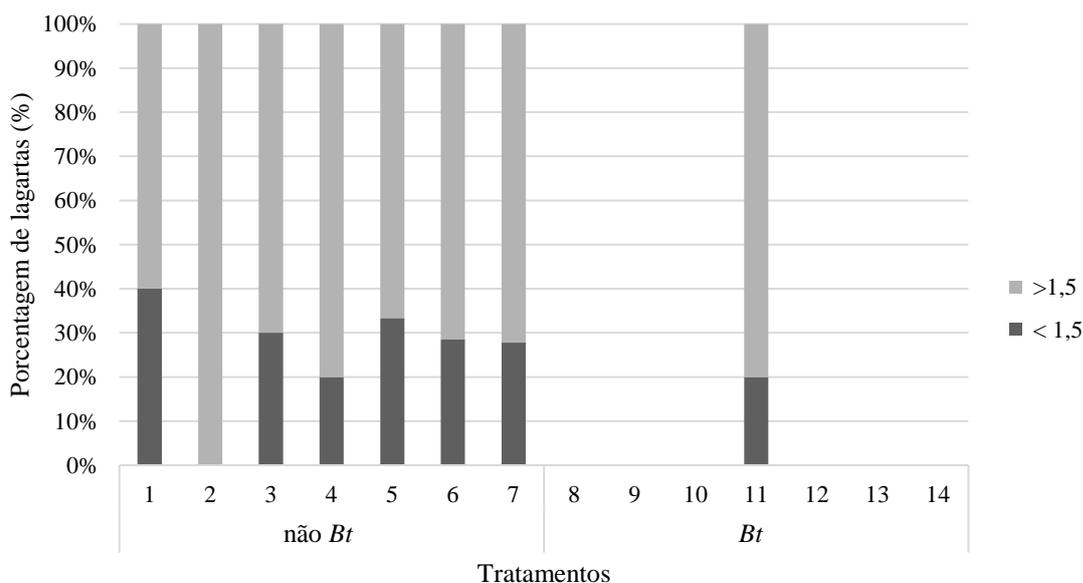


Figura 3. Porcentagem de lagartas de *H. armigera* <1,5 cm e >1,5 cm antes da primeira aplicação dos tratamentos. Chapadão do Sul-MS, safra 2017-2018.

Plantas transgênicas que contêm genes *Bt* controlam pragas de maneira mais eficaz que formulações *Bt*, e a comercialização destas culturas reduziu significativamente o uso de inseticidas químicos (FERRE; VAN RIE, 2002).

Após a primeira aplicação houve redução da população de lagartas em todos os tratamentos, sendo que na cultivar não *Bt* os tratamentos Clorpirifós, *M. rileyi*, *B. thuringiensis*, Clorpirifós + *B. thuringiensis* e no cultivar *Bt*, o tratamento com Clorpirifós + *B. thuringiensis* registraram controle de 100% dos indivíduos (Tabela 3). Estudo conduzido em laboratório por Desenso (2017) verificou o controle de 100% das lagartas de *H. armigera* com o inseticida Klorpan[®]. De acordo com Fathipour; Sederatian (2013), recomenda-se a associação de inseticidas em baixas doses com o controle biológico para potencializar os benefícios de uma aplicação de inseticida e ainda reduzir a pressão de seleção de indivíduos resistentes aos ingredientes ativos.

O primeiro relato da epizootia de *M. rileyi* sobre *H. armigera* no Brasil foi em cultivo de algodão, no ano de 2015 (COSTA et al, 2015). Para o Estado de Mato Grosso do Sul são relatadas epizootias e enzootias de *M. rileyi* sobre *H. armigera* em soja durante as safras 2017/2018 e 2018/2019 (Dias et al. 2018, Dias et al. 2019).

No momento da segunda aplicação havia poucos indivíduos de *H. armigera*, sendo o maior registro de 2 lagartas em T5. Após a segunda aplicação não foram registradas lagartas em nenhum dos tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Número de lagartas de *H. armigera* antes e após as duas aplicações dos tratamentos.

Tratamentos	Primeira Aplicação			Segunda Aplicação		
	Antes	Após	Redução (%)	Antes	Após	Redução (%)
T1 Testemunha (sem aplicação de produtos)	5	1	80,0	1	0	100,0
T2 Clorpirifós	2	0	100,0	0	0	0,0
T3 <i>Metarhizium rileyi</i>	10	0	100,0	0	0	0,0
T4 <i>Bacillus thuringiensis</i>	15	0	100,0	0	0	0,0
T5 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	12	2	83,3	2	0	100,0
T6 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	7	0	100,0	0	0	0,0
T7 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	18	1	94,4	1	0	100,0
T8 Testemunha (sem aplicação de produtos)	0	0	0,0	0	0	0,0
T9 Clorpirifós	0	0	0,0	0	0	0,0
T10 <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T11 <i>Bacillus thuringiensis</i>	5	0	100,0	0	0	0,0
T12 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T13 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T14 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0,0	0	0	0,0

* T1 a T7 cultivar Desafio RR; T8 a T14 cultivar FOCO IPRO.

Os índices de *C. virescens* antes e após a primeira e segunda aplicação não atingiram o nível de controle e esta espécie não causou problemas na cultura durante a condução deste experimento (Tabela 4).

Tabela 4. Número de lagartas de *C. virescens* antes e após as duas aplicações dos tratamentos.

Tratamentos	Primeira Aplicação			Segunda Aplicação		
	Antes	Após	Redução (%)	Antes	Após	Redução (%)
T1 Testemunha (sem aplicação de produtos)	0	0	0,0	0	0	0,0
T2 Clorpirifós	0	0	0,0	0	0	0,0
T3 <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T4 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T5 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T6 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T7 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	1	-	1	0	100,0
T8 Testemunha (sem aplicação de produtos)	0	0	0,0	0	0	0,0
T9 Clorpirifós	0	0	0,0	0	0	0,0
T10 <i>Metarhizium rileyi</i>	1	0	100,0	0	0	0,0
T11 <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T12 Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T13 Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0,0	0	0	0,0
T14 <i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	0	0,0	0	0	0,0

* T1 a T7 cultivar Desafio RR; T8 a T14 cultivar FOCO IPRO.

O aumento populacional de *C. virescens* e o potencial de dano é maior nos sistemas de produção onde a soja é cultivada em rotação ou em sucessão com o algodão (ÁVILA; GRIGOLLI, 2014b), e este ensaio foi conduzido em uma área de plantio de soja que estava em pousio com *Brachiaria ruziziensis*.

A avaliação dos parâmetros de produtividade evidenciou diferença estatística entre as cultivares de soja para os dados de altura de planta (AP), peso de mil grãos (PMG) e vagens com 1 grão (V1G). Também houve diferença estatística de produtividade entre os produtos aplicados. As cultivares avaliadas não apresentaram diferença estatística de produtividade (Tabela 5).

Tabela 5. Quando de ANOVA para os parâmetros fitotécnicos AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1, 2, 3, 4G (vagem com 1, 2, 3 ou 4 grãos) e PROD (produtividade).

FV	GL	AP	PMG	V1G	V2G	V3G	V4G	PROD
Bloco	2	12,43	29,17	4,18	8,46	7,91	0,27*	45156
Produtos (P)	6	7,35	144,13	2,22	14,41	17,45	0,08	584175*
Cultivar	1	1966,64*	2157,17*	64,88*	16,59	155,06	0,02	333437
C x P	6	8,73	288,83	6,57	6,25	16,5	0,12	171168
Resíduo	26	8,59	130,6	5,05	18,4	13,95	0,07	79181
CV (%)		4,79%	7,74%	29,28%	21,95%	21,67%	26,56%	7,57%

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

A cultivar Desafio RR se diferenciou estatisticamente pelo maior peso de mil grãos (PMG) e maior quantidade de vagens com 1 grão (V1G). Entretanto, a cultivar Foco IPRO teve a maior altura de plantas e a produtividade foi estatisticamente igual à Desafio RR, considerando esse conjunto de parâmetros (Tabela 6).

Tabela 6. Médias (\pm EP) das cultivares em relação à AP (altura de planta), PMG (peso de mil grãos), V1G (vagem com 1 grão) e PROD (produtividade).

	AP	PMG	V1G	PROD
Desafio RR	54.28 \pm 0.51 b	154.86 \pm 7.26 a	8.92 \pm 0.56 a	3807.34 \pm 201.3 a
Foco IPRO	67.97 \pm 0.75 a	140.52 \pm 4.04 b	6.43 \pm 0.37 b	3629.14 \pm 140.9 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente em teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

A empresa BRASMAX, detentora das cultivares informa o peso de mil grãos da Foco IPRO como 176g e da Desafio RR 170g (BRASMAX, 2020). Essa diferença em relação aos

dados encontrados neste estudo pode estar relacionada com a época de plantio tardia em relação ao período recomendado, pois isso pode alterar a fisiologia das plantas e conseqüentemente o peso dos grãos. A soja possui fotoperíodo curto com média de 13 a 14 horas dia entre as cultivares, porém, esse dado pode sofrer mudanças de acordo com a época de semeadura e região trabalhada, e a influência do período de exposição à luz pode acarretar mudanças fisiológicas durante o estágio vegetativo da planta (FARIAS et al., 2007).

Em relação aos produtos aplicados, o tratamento com *M. rileyi* e o tratamento com Clorpirifós + *M. rileyi* apresentaram as maiores médias de produtividade nas duas cultivares avaliadas, sendo estatisticamente iguais (Tabela 7).

Tabela 7. Produtividade (PROD) média (\pm EP) e incremento da produtividade (%) em relação aos tratamentos aplicados, independente da cultivar de soja.

Tratamentos	PROD	Incremento de produtividade (%)
Testemunha	3463.2 \pm 108.27 C	—
Clorpirifós	3698.9 \pm 40.68 B	6.8
<i>Metarhizium rileyi</i>	4132.6 \pm 57.02 A	19.3
<i>Bacillus thuringiensis</i>	3644.4 \pm 95.83 B	5.2
Clorpirifós + <i>Metarhizium rileyi</i>	4096.2 \pm 97.72 A	18.3
Clorpirifós + <i>Bacillus thuringiensis</i>	3719.9 \pm 91.07 B	7.4
<i>Metarhizium rileyi</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	3272.5 \pm 42.13 C	-5.5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente em teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

O tratamento com *M. rileyi* aumentou a produtividade em 19,3%, equivalente à 11,3 sacas de soja a mais por hectare. A colonização de fungos entomopatogênicos em plantas pode ocasionar efeitos diretos, como a produção de fitormônios e aumento da capacidade produtiva e indiretos, que podem expressar ações antagonistas com fitopatógenos (SASAN; BIDOCHKA, 2012). Alguns trabalhos relatam a ação endofítica do gênero *Metarhizium* e da espécie *anisopliae* (JABER; ENKERLI, 2016), podendo ser um indicativo de potencial para o estudo do *M. rileyi*.

4. CONCLUSÕES

Os tratamentos com *M. rileyi* e Clorpirifós + *M. rileyi* foram os mais produtivos estatisticamente, independente das cultivares de soja avaliadas.

REFERÊNCIAS

AGROFIT, 2019. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16/10/2019.

ALVES, S. B. et al. Produtos fitossanitários e entomopatógenos. In: ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, p. 217-238. 1998.

ÁVILA, C. J. et al. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, **Circular técnica 23**. p. 12, 2013.

ÁVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. Pragas da soja e seu controle. **Tecnologia e produção: Soja 2013/2014**. Fundação MS, p. 109-168. 2014a.

ÁVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. Soja: folhas castigadas. **Cultivar: Caderno Técnico**, Pelotas, ano 15, n. 186, p. 3-7, nov. 2014b.

BAYER, 2019. Disponível em: <<http://www.intactarr2pro.com.br/a-intacta>>. Acesso em: 04/11/2019.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool for Biometric and Statistical Analysis Using the R Platform. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** v. 17, p. 187-190, 2017.

BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina. n. 2, v.36, p. 607-618, 2015.

BLANCO, C. et al. Densities of *Heliiothis virescens* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in three plant hosts. **Florida Entomologist**, v. 90, n.4, p.742-751, 2007.

BORGES, F. S. P. Produtos fitossanitários no controle de lagartas *Chrysodeixis includens* Walker (1858) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Chapadão do Sul, 44p. 2016.

BRASMAX. Cultivar: Região Cerrado. Disponível em: <
<http://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/>>. Acesso em: 16/01/2020.

BUENO, A.F., et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPOS, C.B. et al. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, Brasília, BRA. p. 493-629. 2012.

BUENO, A.F., et al. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, p. 10, 2017.

CAMPO, et al. Pragas na soja e seu manejo integrado. Embrapa Soja. Londrina-PR, **Circular Técnica**, n. 30, p. 70, 2000.

CHAKROUN M., et al. Bacterial vegetative insecticidal proteins (Vip) from entomopathogenic bacteria. **Microbiol Mol Biol Rev.** 2016; p.80. 2016.

CONCENÇO, G. et al. Soil seed bank of plant species as a function of long-term soil management and sampled depth. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 725-736, 2011.

CZEPAK, C. et al. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, p.110- 113, 2013.

DEGRANDE, E. P.; VIVAN, M. L. Pragas da soja. **Tecnologia e Produção: Soja e Milho** 2011/2012, Dourados-MS, p. 155. 2012.

DESENSO, P. A. Z. et al. **Associação de inseticidas sintético e biológicos no manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Dissertação (Dissertação em Agronomia) – UFMS. Chapadão do Sul – MS. 2017.

DIAS, P. M. et al. Enzootia de *Metarhizium rileyi* em *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja. **I Semana de Estudos Acadêmicos do CPCS**. UFMS - Chapadão do Sul, MS. p. 33. 2018.

DIAS, P. M. et al. Epizootia De *Metarhizium rileyi* em *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivo de soja. **71^a Reunião Anual da SBPC**. UFMS, Campo Grande, MS. 2019.

EMBRAPA, 2020. Manejo integrado de pragas da soja (MIP-Soja). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1722/manejo-integrado-de-pragas-da-soja-mip-soja>>. Acesso em: 5 jan. 2020.

FERRE, J.; VAN RIE, J. Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual review of entomology**, v. 47, p. 501-533, 2002.

FATHIPOUR, Y.; SEDERATIAN, A. **Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems**. In: ELSHEMY, H.A (Ed.) Soybean – pest resistance. Cairo: InTeOpP, 2013. p. 231-280.

GRIGOLLI, J.F.J. Pragas da soja e seu controle. **Tecnologia e Produção: Soja 2016/2017**. Fundação MS. Maracaju – MS. p. 148-173, 2017.

GRIGOLLI, J. F. J.; GRIGOLLI, M. M. K. Pragas da soja e seu controle. **Tecnologia e Produção: Soja 2017/2018**. Fundação MS. Maracaju – MS. p. 138-156, 2018.

GUEDES, J. V. C. et al. Manejar ou perder. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 176, p. 12-16, 2013.

HABIB, M.E.M.; ANDRADE, C.F.S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES SB. **Controle Microbiano de Insetos**. 2^a ed. Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, Brasil, p. 383-446, 1998.

IBGE, 2020. IBGE prevê safra recorde de grãos em 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/26537-ibge-preve-safra-recorde-de-graos-em-2020>>. Acesso em: 16 fev. 2020.

IGNOFFO, C.M., et al. Susceptibility of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*, and the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*, to several isolates of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.28, p. 259-262, 1976.

JOHNSON, M. L.; ZALUCKI, M. P. Foraging behavior of *Helicoverpa armigera* first instar larvae on crop plants of different developmental stages. **Journal of Applied Entomology**, v.129, p.239- 245, 2005.

KEPLER, R.M., et al. Clarification of generic and species boundaries for *Metarhizium* and related fungi through multigene phylogenetics. **Mycologia**, v. 106, p. 464-480. 2014.

KOGAN, M. Integrate pest management historical, perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 243-270, 1998.

LACEY, L. A. et al. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 132, p. 1-41, 2015.

LOUREIRO, E. S. et al. Hydration levels on conidial production of *Metarhizium rileyi* (Ascomycota) in solid growing medium. **Revista de Agricultura Neotropical**, n. 3, v. 6, p. 48-52, 2019.

LOURENÇÃO, A. L., et al. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta da soja e de percevejos. **Neotropical Entomology**. Londrina, n. 2, v. 39, p. 275-281, 2010.

MIRONIDIS, et al. Overwintering survival and spring emergence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Northern Greece. **Environmental Entomology**, v.39, p.1068- 1084, 2010.

OLIVEIRA, I. R. et al. Associação dos controles biológico e químico para manejo da lagarta-do-cartucho na cultura do sorgo forrageiro. **Comunicado Técnico 234**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 16, 2018.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES J.C. et al. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS. p. 31-50. 2000.

PARDO-LÓPEZ, et al. *Bacillus thuringiensis* insecticidal 3-domain Cry toxins: mode of action, insect resistance and consequences for crop protection. **FEMS Microbiol Rev.** 2013; p. 22. 2013.

PARRA, P. et al. **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. Manole, São Paulo. p. 635, 2002.

SUJII, E. R. et al. Simulação do impacto do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 11, v. 37, p. 1551-1558, 2002.

THIAGO, P.V. et al. Biological insect control using *Metarhizium anisopliae*: morphological, molecular, and ecological aspects. **Ciência Rural**, v. 44, n. 4, p. 645-651. 2014.

TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, L. C. T. Em migração. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 117, p. 20-22, 2009.

WYCKHUYS, K.A. et al. Current status and potential of conservation biological control for agriculture in the developing world. **Biological Control**, p. 152-167. 2013.