

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**IMPACTO DE PRIORI XTRA[®] SOBRE *Nomuraea rileyi*
EM LAGARTAS DESFOLHADORAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEISE CAGLIARI

**SANTA MARIA, RS, BRASIL
2015**

**IMPACTO DE PRIORI XTRA[®] SOBRE *Nomuraea rileyi* EM LAGARTAS
DESFOLHADORAS**

DEISE CAGLIARI

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Francisco Dressler da Costa

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**IMPACTO DE PRIORI XTRA® SOBRE *Nomuraea rileyi* EM LAGARTAS
DESFOLHADORAS**

elaborada por

Deise Cagliari

**como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestra em Agronomia**

Comissão Examinadora:

Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ricardo Silveiro Balardin, PhD. (UFSM)

Caroline Almeida Gulart, Dra. (INSTITUTO PHYTUS)

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

*Aos meus pais CANÍSIO e AMÉLIA, minha irmã
DIONE e meu namorado JONAS pelo amor,
carinho, confiança e por me lembrarem que sonhar é
possível.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as oportunidades que tem me concedido.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pela oportunidade de ter realizado meus estudos e principalmente ao Departamento de Defesa Fitossanitária, por todo o tempo de convívio com seus professores, funcionários e estudantes.

Ao professor Dr. Ivan Francisco Dressler da Costa pela orientação, ensinamentos, paciência, apoio e amizade durante o mestrado.

Ao professor PhD. Ricardo Silveiro Balardin pelos ensinamentos, apoio e oportunidades disponibilizadas durante o período do mestrado.

Ao Dr. Juliano Ricardo Farias pelos ensinamentos, amizade, paciência, ajuda e oportunidades disponibilizadas durante o período do mestrado, as quais foram substanciais para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos demais professores do programa de Pós-graduação em Agronomia da UFSM pelo aprendizado e amizade.

A Dra. Caroline Gulart pelas sugestões, críticas e apoio para melhoria desse trabalho.

Ao funcionário do Departamento de Defesa Fitossanitária, Jorge França pelo apoio, incentivo, “puxadas de orelha” e grande amizade durante esses 7 anos de convivência.

Ao funcionário do Departamento de Defesa Fitossanitária, Fernando Gnocatto pela amizade e toda ajuda prestada durante o desenvolvimento desse trabalho.

Ao amigo Silon Procath pelo incentivo, conselhos e amizade.

Aos demais funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária, Angelita Martins, Marizete Possobon, Fioravante Amaral e Maria das Neves pelo apoio prestado na realização desse trabalho e amizade.

Aos colegas da Clínica Fitossanitária da UFSM, Nívea Ledur, Adriano Ludwig, Roberto Chaves, Renato Carnellosso Guerra, Cezar Coradini pelo apoio e amizade.

Aos demais amigos e colegas do Departamento de Defesa Fitossanitária.

Aos amigos do Instituto Phytus, em especial Liane Somavilla dos Santos, Joane Cella Turcatto, Anderson Taschetto, Rosana Medianeira Taschetto Rodrigues, Rudinei Balem e Franciele Oliveira pelo auxílio na realização desse trabalho e amizade.

Ao amigo Jonas Dahmer pelo auxílio na realização desse trabalho e pela amizade durante esses 2 anos de convivência.

Ao amigo Juliano Uedel pela coleta de lagartas no Distrito Federal.

Ao professor Dr. Italo Delalibera Júnior da ESALQ/USP pelos ensinamentos.

A Solange Barros, funcionária do laboratório de Controle Microbiano da ESALQ/USP pelos ensinamentos, paciência e amizade.

Aos demais amigos do laboratório de Controle Microbiano da ESALQ/USP pelo apoio e incentivo.

A minha amiga Danieli Lunkes, que me acompanha a mais de 20 anos, sempre ao meu lado nos bons e maus momentos, pelo incentivo, conversas, mates, apoio e amizade.

A minha amiga Liange Reck pelos inúmeros conselhos, desabafos, “puxadas de orelha”, apoio incondicional, incentivo e amizade.

A minha amiga Daniela Pezzini pelo apoio, incentivo e amizade.

A minha amiga Paula Duarte que mesmo de longe sempre me apoiou e incentivou.

As minhas amigas Francieli Stracke, Edicarla Trentin, Andrisa Balbinot e Suelen Aimi pelo apoio, incentivo e amizade.

A empresa BASF na pessoa de Nelton Brandão pelos dados meteorológicos fornecidos.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro concedido na realização desse trabalho.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para realização desse trabalho meus sinceros agradecimentos. O apoio de todos vocês foi fundamental.

*“Tudo é possível se você se
dedicar de cabeça e coração”
(A Menina do Vale, Bel Pesce)*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Impacto do tempo de aplicação do fungicida após a aplicação de <i>Nomuraea rileyi</i> via pó em soja na mortalidade de <i>Anticarsia gemmatalis</i> sob condições de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura, $80\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase.....	23
Figura 2 - Impacto do tempo de aplicação de <i>Nomuraea rileyi</i> via pó após a aplicação de fungicida em soja na mortalidade de <i>Anticarsia gemmatalis</i>	25
Figura 3 - Ocorrência de <i>Nomuraea rileyi</i> em áreas de soja do Rio Grande do Sul e Distrito Federal na safra 2014/15.....	27
Figura 4 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 4 à 17 de março de 2015 em Restinga Seca, RS.....	27
Figura 5 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 7 à 20 de janeiro de 2015 em Itaara, RS.....	28
Figura 6 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 8 à 21 de março de 2015 em Bagé, RS.....	28
Figura 7 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 28 de março à 10 de abril de 2015 em Júlio de Castilhos, RS.....	29
Figura 8 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 27 de janeiro à 9 de fevereiro de 2015 em Planaltina, DF.....	29
Figura 9 - Espectro de ação da <i>Nomuraea rileyi</i> aplicada via pó em plantas de soja sobre as principais lagartas que atacam a cultura da soja.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Locais de coleta de lagartas em soja.....	19
Tabela 2 – Efeito do tempo após a aplicação de <i>Nomuraea rileyi</i> via líquida e pó em plantas de soja na mortalidade de <i>Anticarsia gemmatilis</i> , sob condições de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura, $80\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase.....	22
Tabela 3 – Efeito momento da aplicação do fungicida após ou antes da inoculação da <i>Nomuraea rileyi</i> nas plantas de soja, sob condições de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura, $80\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase.....	25

SUMÁRIO

Lista de Figuras	8
Lista de Tabelas	9
IMPACTO DE PRIORI XTRA® SOBRE <i>Nomuraea rileyi</i> EM LAGARTAS DESFOLHADORAS.....	11
Resumo.....	11
Abstract	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
Obtenção de lagartas, <i>Nomuraea rileyi</i> e plantas.....	15
Período de atividade do fungo entomopatogênico <i>Nomuraea rileyi</i> sobre <i>Anticarsia gemmatalis</i> inoculado via líquida e pó em plantas de soja.....	16
Impacto da aplicação do fungicida sobre <i>Nomuraea rileyi</i> em soja na mortalidade de <i>Anticarsia gemmatalis</i>	17
Ocorrência e espectro de ação do fungo entomopatogênico <i>Nomuraea rileyi</i> sobre lagartas da cultura da soja.....	18
Dados meteorológicos.....	20
Análise estatística.....	20
RESULTADOS.....	21
Período de atividade do fungo entomopatogênico <i>Nomuraea rileyi</i> sobre <i>Anticarsia gemmatalis</i> inoculado via líquida e pó em plantas de soja.....	21
Impacto da aplicação do fungicida sobre <i>Nomuraea rileyi</i> em soja na mortalidade de <i>Anticarsia gemmatalis</i>	22
Ocorrência e espectro de ação do fungo entomopatogênico <i>Nomuraea rileyi</i> sobre lagartas da cultura da soja.....	26
DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÃO.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

IMPACTO DE PRIORI XTRA® SOBRE *Nomuraea rileyi* EM LAGARTAS DESFOLHADORAS

RESUMO

O aumento populacional de lagartas tidas como secundárias na cultura da soja pode estar ligado a eliminação de fungos entomopatogênicos pelos fungicidas. Para compreender o efeito do fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol sobre *Nomuraea rileyi* foram realizados um conjunto de ensaios para determinar o tempo de atividade da *N. rileyi*; o impacto da aplicação do fungicida em *N. rileyi*; a ocorrência natural de *N. rileyi*; e a determinação do espectro de ação de *N. rileyi* sobre lagartas desfolhadoras da soja. A mortalidade de *Anticarsia gemmatalis* infestada em folhas inoculadas com *N. rileyi* na forma de aplicação em pó foi de 100% após 48 horas, apresentando maior tempo de atividade em relação a forma de aplicação líquida. Com relação a aplicação do fungicida sobre *N. rileyi*, essa causou um retardo na mortalidade de *A. gemmatalis*. Porém, quando a avaliação da mortalidade foi realizada em um tempo maior a aplicação do fungicida não afetou a mortalidade de *A. gemmatalis*. A ocorrência de *N. rileyi* variou entre os locais amostrados, sendo associada principalmente as condições climáticas. *N. rileyi* mostrou ser um fungo entomopatogênico para *A. gemmatalis*, *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens*, contudo, o tempo de mortalidade variou entre as espécies. Com isso, o fator de maior influência pela não ocorrência de *N. rileyi* em alguns anos pode estar mais relacionado as condições climáticas, do que as aplicações de fungicidas. Portanto, os fungicidas não são a principal causa da não ocorrência de *N. rileyi* e conseqüentemente das explosões populacionais de lagartas em soja.

Palavras-chave: Entomopatógeno; controle biológico; *Anticarsia gemmatalis*; *Chrysodeixis includens*; *Spodoptera frugiperda*; *Helicoverpa armigera*.

ABSTRACT

The population outbreak of caterpillar in soybeans has been linked with entomopathogenic elimination of fungi by fungicides. Many experiments were conducted to understand the effect of fungicides Azoxystrobin + Cyproconazole on *Nomuraea rileyi*. The experiments were: (a) *N. rileyi* activity time; (b) effect of fungicide application on *N. rileyi*; (c) the natural occurrence of *N. rileyi*; and (d) the spectrum of action of *N. rileyi* on soybean caterpillars. *Anticarsia gemmatalis* mortality achieved 100% at 48 hours when *N. rileyi* was inoculated in powder form. *N. rileyi* in powder form showed higher time activity in comparison to application of *N. rileyi* in liquid form. Fungicide application on *N. rileyi* caused a delay on *A. gemmatalis* mortality. However, when evaluation was later the mortality of *A. gemmatalis* by *N. rileyi* was not affected. The occurrence of *N. rileyi* in caterpillars was different among local sampled, and it was mainly associated with the weather conditions. *N. rileyi* showed to be entomopathogenic to *A. gemmatalis*, *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera* and *Chrysodeixis includens*, however, the mortality ranged among species. The major factor that impacted on non-occurrence of *N. rileyi* in some years may be the weather conditions, rather than fungicide applications. Therefore, fungicides were not the main cause of non-occurrence of *N. rileyi* and therefore it was not the main cause of caterpillars outbreaks in soybean.

Keywords: Entomopathogen; biological control; *Anticarsia gemmatalis*; *Chrysodeixis includens*; *Spodoptera frugiperda*; *Helicoverpa armigera*.

INTRODUÇÃO

Lagartas desfolhadoras em soja tem sido responsáveis por uma demanda cada vez maior de inseticidas nessa cultura. A principal praga da cultura da soja durante muitos anos foi a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), enquanto que as lagartas do complexo Plusiinae e as lagartas do gênero *Spodoptera* eram consideradas pragas secundárias. Hoje o que se observa é um cenário completamente diferente, sendo o complexo de lagartas Plusiinae, principalmente *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) consideradas pragas principais, enquanto que *A. gemmatalis* passou a ser considerada praga secundária. Há ainda as lagartas da subfamília Heliiothinea, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae), lagartas que a cada ano vem causando prejuízos maiores na cultura da soja.

O controle das lagartas em soja com inseticidas sintéticos tem sido a medida de manejo mais utilizada pelos produtores. Contudo, os níveis populacionais das lagartas podem ser naturalmente regulados por microrganismos encontrados na soja. Microrganismos entomopatogênicos são aqueles que invadem e se reproduzem em um inseto, e incluem bactérias, vírus, fungos e nematoides (KAYA; VEGA, 2012). Abrangendo mais de 700 espécies, os fungos entomopatogênicos são responsáveis por cerca de 80% das doenças causadas nos insetos (SOUZA, 2001). O principal fungo entomopatogênico que ocorre naturalmente na cultura da soja é *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, causadora da chamada doença branca em lagartas. *N. rileyi* é um fungo entomopatógeno que apresenta uma ampla gama de hospedeiros, atacando mais de 30 espécies de lepidópteros (IGNOFFO, 1981). Porém a observação desse fungo entomopatogênico no campo tem sido cada vez menor.

A ocorrência da *N. rileyi* pode ser afetada pelas condições ambientais, como umidade, temperatura e radiação ultravioleta. A umidade ideal para o desenvolvimento da doença deve ser maior que 70% (ALVES, 1998), sendo que situações com baixa umidade afetam significativamente a germinação dos conídios e a esporulação do fungo, situação em que o cadáver do inseto fica branco (JARONSKI, 2010). A temperatura ideal para o crescimento vegetativo e esporulação do fungo é de aproximadamente 26°C (ALVES, 1998), sendo que em condições de laboratório não foi observado crescimento do fungo abaixo de 5 °C e acima de 35 °C, e crescimento

lento a 10 °C (IGNOFFO, 1976). A radiação ultravioleta é considerada o fator mais danoso aos fungos entomopatogênicos (VEGA, 2012), causando danos devido a fotoreação dos ácidos nucléicos, proteínas, lipídios e membrana (TEVINI, 1993). A exposição subletal a radiação UV pode causar alterações fisiológicas ou genéticas, as quais podem reduzir a virulência, ou seja, reduzem e/ou atrasam a germinação (BRAGA et al., 2001). Um fator que contribui na tolerância dos esporos a radiação UV é a sua pigmentação, sendo que esporos mais pigmentados são mais tolerantes a radiação UV (BRAGA et al., 2006).

A partir dos anos 2000, o uso de fungicidas na cultura da soja foi cada vez maior, devido principalmente ao surgimento da ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. O aumento do uso de fungicidas na soja tem sido apontado com a principal causa da redução do controle natural das lagartas nessa cultura pelos fungos entomopatogênicos. Em condições *in vitro*, sabe-se que a grande maioria dos fungicidas utilizados na cultura da soja apresentam algum grau de toxicidade contra o fungo *N. rileyi* (SOSA-GÓMEZ, 2005), porém estudos do efeito dos fungicidas a campo ainda são limitados. Alguns estudos de campo tem mostrado uma maior incidência de lagartas em áreas tratadas com fungicidas (JOHNSON et al., 1976; SOSA-GÓMEZ et al., 2003).

Diante desse cenário, no qual tem ocorrido nos últimos anos uma explosão de lagartas consideradas no passado como secundárias na cultura da soja e um crescente uso de fungicidas, o trabalho foi realizado para verificar o impacto dos fungicidas em *N. rileyi* e a sua consequência na regulação das populações de lagartas desfolhadoras na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção de lagartas, *Nomuraea rileyi* e plantas

As lagartas utilizadas nos ensaios foram obtidas a partir da criação em dieta artificial adaptada de Kasten Júnior, Preceti e Parra (1978). Os ovos, larvas, pupas e adultos foram mantidos em salas com condições controladas de $25\pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase. As lagartas permaneceram em copos plásticos de 100 mL até atingirem a fase de pupa. As pupas foram coletadas e acondicionadas em gaiolas cilíndricas de Policloreto de vinil (PVC) (37 cm \times 33 cm, respectivamente altura e diâmetro), fechadas na parte superior com tecido “voil” e na parte inferior com uma placa de Petri forrada com papel filtro. Após a emergência dos adultos, os mesmos foram colocados em gaiolas cilíndricas de PVC (37 cm \times 33 cm, respectivamente altura e diâmetro), revestidas internamente com papel sulfite branco, fechadas na parte superior com tecido “voil” e na parte inferior com uma placa de Petri. O alimento estabelecido foi uma solução de mel a 10% colocado em um frasco plástico contendo um algodão hidrofóbico. Os ovos foram coletados a cada dois dias e acondicionados em recipientes plásticos de 100 mL, contendo papel filtro umedecido com água destilada. As lagartas eclodidas foram inoculadas em dieta artificial, retornando a criação de manutenção ou utilizadas nos experimentos quando atingiram terceiro instar.

O fungo entomopatogênico *N. rileyi* utilizado nos ensaios foi obtido a partir do isolamento de esporos crescidos sobre uma lagarta coletada em soja, em fevereiro de 14 no município de Itaara, RS, e recebeu o registro IPA44. Com o auxílio de uma alça de platina esterilizada, esporos crescidos sobre o cadáver da lagarta foram coletados e semeados em Placas de Petri (12 cm \times 1,5 cm, respectivamente diâmetro e altura) contendo meio de cultura BDA (20 g de Ágar; 15 g Dextrose; 200 g de Batata; 0,5 g de Estreptomicina e 1 L de água destilada; autoclavado por 20 minutos a 120°C), e colocadas na câmara de crescimento ($25\pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura e 12 horas de fotofase). Após o surgimento das primeiras estruturas reprodutivas do fungo (conídios/esporos), o mesmo foi identificado (HUMBER, 2012) e repicado para novas Placas de Petri contendo Meio Completo - MC (0,36 g de Fosfato de Potássio; 1,05 g de Fosfato de Sódio; 0,6 g de Sulfato de

Magnésio; 1 g de Cloreto de Potássio; 10 g de Glucose; 1,58 g de Nitrato de Sódio; 5 g de Extrato de Levedura; 20 g de Ágar; 0,5 g de Estreptomicina e 1 L de água destilada). O meio foi autoclavado por 20 minutos a 120°C, colocadas na câmara de crescimento (25±1°C de temperatura e 12 horas de fotofase) onde permaneceram até ocorrer a formação dos esporos (em torno de 10-15 dias). As placas ficaram armazenadas na geladeira (4°C). A obtenção dos esporos para os ensaios foi de forma similar, a partir da repicagem do fungo em novas Placas de Petri contendo MC, incubadas em câmaras de crescimento (25±1°C de temperatura e 12 horas de fotofase) até a esporulação, e então armazenadas na geladeira (4°C) até o momento da utilização.

As plantas de soja utilizadas foram semeadas em vasos de 20 litros contendo uma mistura de solo peneirado mais areia e 20 g da fórmula 0-20-20 (N-P-K) por vaso. A cultivar de soja BMX POTÊNCIA RR foi semeada com 7 sementes por vaso, sendo mantidas 4 plantas por vaso após o desbaste. As plantas foram mantidas na casa de vegetação até o momento da utilização sem manejo químico para o controle de doenças.

Período de atividade do fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* sobre *Anticarsia gemmatalis* inoculado via líquida e pó em plantas de soja.

O período de atividade de *N. rileyi* sobre *A. gemmatalis* foi avaliado com a aplicação dos esporos via pó e líquida em folhas de soja. As lagartas da espécie *A. gemmatalis* foram utilizadas pela fácil manutenção em laboratório. A aplicação na forma de pó foi realizada com o auxílio de um pincel de desenho, o qual foi passado sobre a colônia do fungo e posteriormente sobre a folha da soja. Os esporos utilizados na aplicação via líquida foram preparados da seguinte maneira: foi realizada uma raspagem superficial da colônia com uma espátula de metal esterilizada; o material raspado foi transferido para um tubo de vidro contendo 10 mL de água destilada e autoclavada; a partir dessa solução, chamada de solução estoque, foram realizadas as diluições para fazer a contagem dos esporos. A contagem do número de esporos/mL foi feita com a utilização da Câmara de Neubauer. A partir da solução estoque, os esporos foram ressuspensos em água destilada e esterilizada com 0,05% Tween®80, na concentração de 1×10^7 esporos/mL. A aplicação dos esporos foi realizada com um Borrifador Ultrajet 500 mL da marca Guarany. Após a inoculação

dos esporos nas plantas, essas foram levadas para uma sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas) e isoladas com o auxílio de uma lona plástica transparente.

No primeiro tempo de inoculação, tanto para inoculação via pó ou líquida, as folhas inoculadas foram fornecidas as lagartas de *A. gemmatalis* logo após inoculação de *N. rileyi*. No segundo tempo, as folhas inoculadas foram fornecidas as lagartas *A. gemmatalis* 24 horas após a inoculação do fungo e assim sucessivamente para os demais tempos de infestação de 48, 72 e 96 horas. No tratamento controle as folhas utilizadas para alimentar das lagartas de *A. gemmatalis* não continham nenhum tratamento. As lagartas foram acondicionadas em copos plásticos (100 mL) que continham no fundo uma solução de ágar-água (2,5%), coberta com papel filtro e folhas de soja do tratamento. Para cada tratamento foram utilizadas 40 lagartas, sendo 4 lagartas por copo plástico. Quando as lagartas haviam se alimentado de todas as folhas inoculadas com os esporos de *N. rileyi*, essas foram alimentadas com folhas sem aplicação do fungo. Seguiu-se o mesmo processo para alimentação até a morte das lagartas ou até completarem o ciclo. As avaliações foram feitas aos 5 e 7 dias após a infestação (DAI) das lagartas nas folhas, contando-se o número de lagartas mortas por tratamento.

Impacto da aplicação do fungicida sobre *Nomuraea rileyi* em soja na mortalidade de *Anticarsia gemmatalis*

Para avaliar o impacto da aplicação de fungicida sobre *N. rileyi* foram realizados dois ensaios. No primeiro ensaio inoculou-se *N. rileyi* em todas as plantas e variou-se o tempo de aplicação do fungicida. No segundo ensaio, aplicou-se fungicida em todas as plantas de soja e depois variou-se o tempo de entrada de *N. rileyi*. As lagartas utilizadas foram da espécie *A. gemmatalis* por serem de fácil manutenção em laboratório.

O fungicida utilizado foi Azoxistrobina + Ciproconazol na dose recomendada pelo fabricante (400 mL/ha). O fungicida foi aplicado com um pulverizador costal pressurizado a CO_2 , equipado com barra de 2 m, composta por quatro pontas de pulverização do tipo XR 11002, espaçadas em 0,5 m. A pressão de trabalho foi de 30 PSI, velocidade de caminhamento de $0,75 \text{ m s}^{-1}$ e volume de calda de 200 L ha^{-1} . Após a aplicação dos tratamentos as plantas foram levadas

para uma sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas), e quando foi necessário a aplicação do fungicida ou inoculação dos esporos, as mesmas foram retiradas da sala. Os esporos de *N. rileyi* foram aplicados com o auxílio de um pincel de desenho, como descrito acima.

No primeiro ensaio, os esporos de *N. rileyi* foram aplicados via pó em todas as plantas de soja e variou se o tempo de aplicação do fungicida. O fungicida foi aplicado logo após a inoculação dos esporos da *N. rileyi*, além de 12, 24, 36 e 48 horas após a inoculação. No segundo ensaio, o fungicida foi aplicado em todas as plantas de soja e variou se o tempo de aplicação dos esporos de *N. rileyi* na forma de pó. Os esporos da *N. rileyi* foram inoculados logo após a aplicação do fungicida, 12, 24, 36 e 48 horas após aplicação.

As folhas de soja foram servidas para as lagartas 48 horas após a inoculação dos esporos da *N. rileyi*. No primeiro ensaio, em todos os tempos de aplicação do fungicida e nos controles, as folhas foram fornecidas as lagartas no mesmo dia, pois a inoculação da *N. rileyi* foi no mesmo dia. No segundo ensaio, as folhas foram inoculadas com *N. rileyi* em diferentes tempos, por isso as folhas foram fornecidas as lagartas em diferentes tempos, porém sempre, 48 horas após a inoculação de *N. rileyi*. As lagartas foram acondicionadas em copos plásticos (100 mL) que continham no fundo uma solução de ágar-água (2,5%), coberta com papel filtro e folhas de soja do tratamento. Para cada tratamento foram utilizadas 40 lagartas, sendo 4 lagartas por copo plástico. As avaliações foram feitas aos 5, 7 e 9 DAI das lagartas nas folhas, contando o número de lagartas mortas por tratamento. Para cada lagarta, foi fornecido um folíolo de soja.

Ocorrência e espectro de ação do fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* sobre lagartas da cultura da soja

Para avaliar a ocorrência do fungo entomopatogênico *N. rileyi* em populações de lagartas da soja, coletas foram realizadas na cultura da soja em áreas comerciais do Estado do Rio Grande do Sul e do Distrito Federal (Tabela 1). As lagartas foram coletadas em pontos distantes entre si na área amostrada com o auxílio de um pano-de-batida vertical. O pano-de-batida foi colocado entre as linhas de cultivo da soja, e as plantas foram agitadas em direção ao pano. Após a coleta, os insetos foram acondicionados em caixas plásticas contendo folhas de soja. No laboratório as

lagartas foram individualizadas em copos plásticos (100 mL) contendo dieta artificial. As lagartas permaneceram nos copos até apresentarem sintomas da presença do entomopatógeno ou completarem o seu ciclo. A confirmação do agente causal da morte da lagarta, quando houve presença de fungo entomopatogênico, foi feita através da observação dos sintomas externos das lagartas (cor dos esporos sobre o corpo das lagartas). Quando isso não foi possível, foram preparadas lâminas e a identificação foi feita através da observação dos esporos no microscópio eletrônico com aumento de até 100X da marca Olympus (HUMBER, 2012).

Para complementar, um ensaio de espectro de ação foi realizado em condições controladas sobre *A. gemmatalis*, *C. includens*, *S. frugiperda* e *H. armigera*. As folhas de soja foram inoculadas com esporos de *N. rileyi* na forma de pó com o auxílio de um pincel de desenho. Após a inoculação as plantas foram levadas para uma sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas). As folhas tratadas foram fornecidas as lagartas logo após a inoculação dos esporos em copos plásticos (100 mL) que continham no fundo uma solução de ágar-água (2,5%) e coberta com papel filtro. Para cada tratamento foram utilizadas 40 lagartas, sendo quatro lagartas por copo plástico para as espécies *A. gemmatalis* e *C. includens* e uma lagarta por copo plástico para *S. frugiperda* e *H. armigera*. Além disso, para cada espécie havia um tratamento controle em que folhas de soja sem tratamento foram fornecidas para 40 lagartas. As avaliações de mortalidade foram realizadas aos 5, 7, 9 e 12 DAI das lagartas nas folhas de soja.

Tabela 1 – Locais de coleta de lagartas em soja.

Local	Data de coleta	Total da amostra
Itaara – RS	20/01/2015	85
Restinga Seca – RS	17/03/2015	124
Bagé – RS	21/03/2015	123
Júlio de Castilhos – RS	10/04/2015	96
Planaltina – DF	09/02/2015	166

Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos dos locais de coleta foram obtidos através das estações do Sistema AgroDetecta da empresa BASF Brasil e Fundação ABC. Os dados diários utilizados foram de temperatura média (°C), umidade relativa (UR) (%) e precipitação (mm) referentes a um período de até 14 dias anteriores a data de coleta. A partir desses dados foram elaborados gráficos para cada local amostrado.

Análise estatística

Os dados de mortalidade das lagartas foram analisados estimando o intervalo de confiança de 95% para a probabilidade de sobrevivência das lagartas de acordo com uma distribuição binomial. As análises foram realizadas usando a função `binom.probit` do pacote `binom` (DORAI-RAJ, 2009) no R 2.15.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

RESULTADOS

Período de atividade do fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* sobre *Anticarsia gemmatalis* inoculado via líquida e pó em plantas de soja

A mortalidade de *A. gemmatalis* foi afetada significativamente pelo tempo de infestação de *N. rileyi* dentro de cada forma de inoculação. Quando os esporos foram inoculados na forma líquida e a infestação das lagartas ocorreu as 0, 24 e/ou 48 horas após a inoculação de *N. rileyi*, a mortalidade de *A. gemmatalis* não diferiu significativamente aos 5 DAI, mas nesses tempos de infestação da lagarta diferiram dos tempos de 72 e 96 horas. Por outro lado, nessa mesma avaliação a mortalidade de *A. gemmatalis* alimentadas com folhas inoculadas com *N. rileyi* nos tratamentos de 72 e 96 horas não diferiram significativamente do tratamento sem inoculação de *N. rileyi*. Aos 7 DAI, a mortalidade de *A. gemmatalis* não diferiu significativamente quando as lagartas foram infestadas nas folhas logo após a inoculação de *N. rileyi* ou após 24 horas. A mortalidade de *A. gemmatalis* no tempo de inoculação de 72 e 96 horas não diferiram significativamente do encontrado no tratamento controle. Em todos os tempos de infestação, a mortalidade de *A. gemmatalis* foi significativamente menor aos 5 DAI do que aos 7 DAI, quando aplicada via líquida.

Na inoculação dos esporos de *N. rileyi* na forma de pó, a mortalidade de *A. gemmatalis* foi de 100% já aos 5 DAI nos tratamentos de 0, 24 e 48 horas após a inoculação de *N. rileyi*. Em todos os tempos de infestação de *A. gemmatalis* ocorreu diferença significativa na mortalidade nas avaliações aos 5 e 7 DAI (Tabela 2). Na comparação entre as duas formas de aplicação dos esporos de *N. rileyi*, diferenças significativas ocorreram entre as forma de aplicação em pó ou via líquida. Na inoculação via líquida, a mortalidade de *A. gemmatalis* foi significativamente menor em todos os tempos de infestação aos 5 DAI, quando comparada a mortalidade ocorrida na inoculação via pó. Aos 7 DAI, a mortalidade de *A. gemmatalis* alimentadas com folhas disponibilizadas ao 0 e 24 horas após inoculação de *N. rileyi*, não diferiram significativamente nas duas formas de aplicação. Nos demais tempos de inoculação aos 7 DAI, a mortalidade de *A. gemmatalis* foi sempre superior quando *N. rileyi* foi aplicada na forma de pó (Tabela 2). A partir dos dados do período de atividade, pode-se delinear os ensaios do efeito do fungicida sobre *N. rileyi*.

Tabela 2 – Efeito do tempo após a aplicação de *Nomuraea rileyi* via líquida e pó em plantas de soja na mortalidade de *Anticarsia gemmatalis*, sob condições de 25±1°C de temperatura, 80±10% de umidade relativa e 12 horas de fotofase.

Tempo de infestação (horas)	5 DAI ¹	7 DAI	5 DAI	7 DAI
	LÍQUIDA		PÓ	
0	72,5 ² Ab(B) ³	100 Aa(A)	100 Aa(A)	100 Aa(A)
24	45,0 Ab(B)	100 Aa(A)	100 Aa(A)	100 Aa(A)
48	45,0 Aa(B)	50,0 Ba(B)	100 Aa(A)	100 Aa(A)
72	0 Bb(B)	37,5 BCa(B)	70 Ba(A)	75,0 Ba(A)
96	0 Ba(B)	12,5 Ca(B)	40 Ba(A)	52,5 Ba(A)
Controle	0 Ba(A)	0 Ca(A)	0 Ca(A)	0 Ca(A)

¹Dias após a infestação com lagartas; ²Porcentagem de lagartas mortas; ³Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha dentro da via de aplicação, ou entre parênteses dentro do mesmo tempo e DAI não diferem entre si pela análise dos limites de confiança (95%) da probabilidade de sucesso da lagarta sobreviver conforme uma distribuição binomial.

Impacto da aplicação de Priori Xtra® sobre *Nomuraea rileyi* em soja na mortalidade de *Anticarsia gemmatalis*

Para avaliar o efeito do fungicida sobre *N. rileyi* foram realizados dois ensaios, tendo como base os dados obtidos no item anterior. No primeiro ensaio aplicou-se primeiro *N. rileyi* e variou-se o tempo de aplicação do fungicida. No segundo ensaio aplicou-se primeiro o fungicida e variou-se o tempo de inoculação de *N. rileyi*.

No primeiro ensaio foi observado diferença significativa entre aplicação e não aplicação do fungicida na mortalidade de *A. gemmatalis* aos 5 DAI. Quando as plantas de soja foram pulverizadas com fungicida logo após a inoculação da *N. rileyi*, a mortalidade de *A. gemmatalis* foi significativamente menor do que a observada na ausência da aplicação do fungicida. Por outro lado, quando a aplicação de fungicida foi realizada a partir de 12 horas após a inoculação da *N. rileyi* não observamos diferença significativa da não aplicação do fungicida na mortalidade de *A.*

gemmatalis. A mortalidade de *A. gemmatalis* não diferiu significativamente entre os tempos de aplicação do fungicida. Quando a aplicação do fungicida foi realizada logo após a inoculação de *N. rileyi* ou 48 horas após esta não ocorreu diferença significativa na mortalidade de *A. gemmatalis*. Quando a mortalidade de *A. gemmatalis* foi avaliada posteriormente, aos 7 e 9 DAI, não observamos diferença significativa entre a aplicação de fungicida sobre *N. rileyi* e a não aplicação de fungicida. Em todos os tempos de aplicação de fungicida após a inoculação de *N. rileyi*, a mortalidade de *A. gemmatalis* foi significativamente menor aos 5 DAI do que aos 7 e 9 DAI (Figura 1).

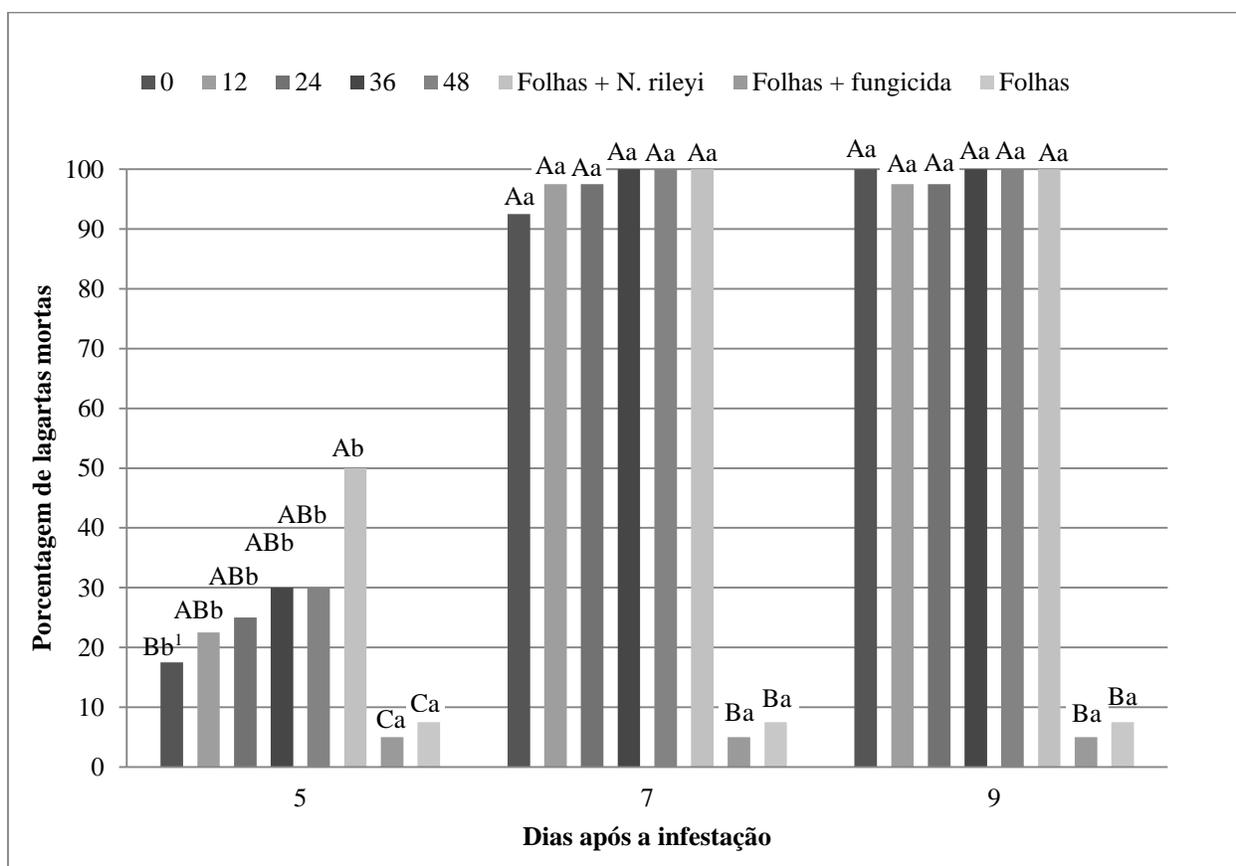


Figura 1 – Impacto do tempo de aplicação do fungicida após a aplicação de *Nomuraea rileyi* via pó em soja na mortalidade de *Anticarsia gemmatalis* sob condições de $25\pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura, $80\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase. ¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro do mesmo dia de infestação ou minúscula entre dias após a infestação dentro do mesmo período de aplicação não diferem entre si pela análise dos limites de confiança (95%) da probabilidade de sucesso da lagarta sobreviver conforme uma distribuição binomial.

No segundo ensaio, no qual primeiro foi realizada a aplicação de fungicida e depois variou-se o tempo de inoculação da *N. rileyi*, não foi observado diferença entre aplicação e não aplicação do fungicida na mortalidade de *A. gemmatilis* aos 5 DAI. Quando as plantas de soja foram pulverizadas com fungicida e logo após inoculadas com *N. rileyi*, a mortalidade de *A. gemmatilis* foi significativamente superior do que a observada na ausência da aplicação do fungicida. Por outro lado, quando a inoculação de *N. rileyi* foi realizada a partir de 12 horas após a aplicação do fungicida não observamos diferença significativa da não aplicação do fungicida na mortalidade de *A. gemmatilis*. Quando a inoculação da *N. rileyi* foi realizada logo após a aplicação do fungicida, não foi observado diferença significativa na mortalidade de *A. gemmatilis* em relação a inoculação de *N. rileyi* a partir das 12 horas após a aplicação de fungicida. Quando a avaliação da mortalidade de *A. gemmatilis* foi realizada posteriormente, aos 7 e 9 DAI, não observamos diferença significativa entre a aplicação ou não do fungicida (Figura 2).

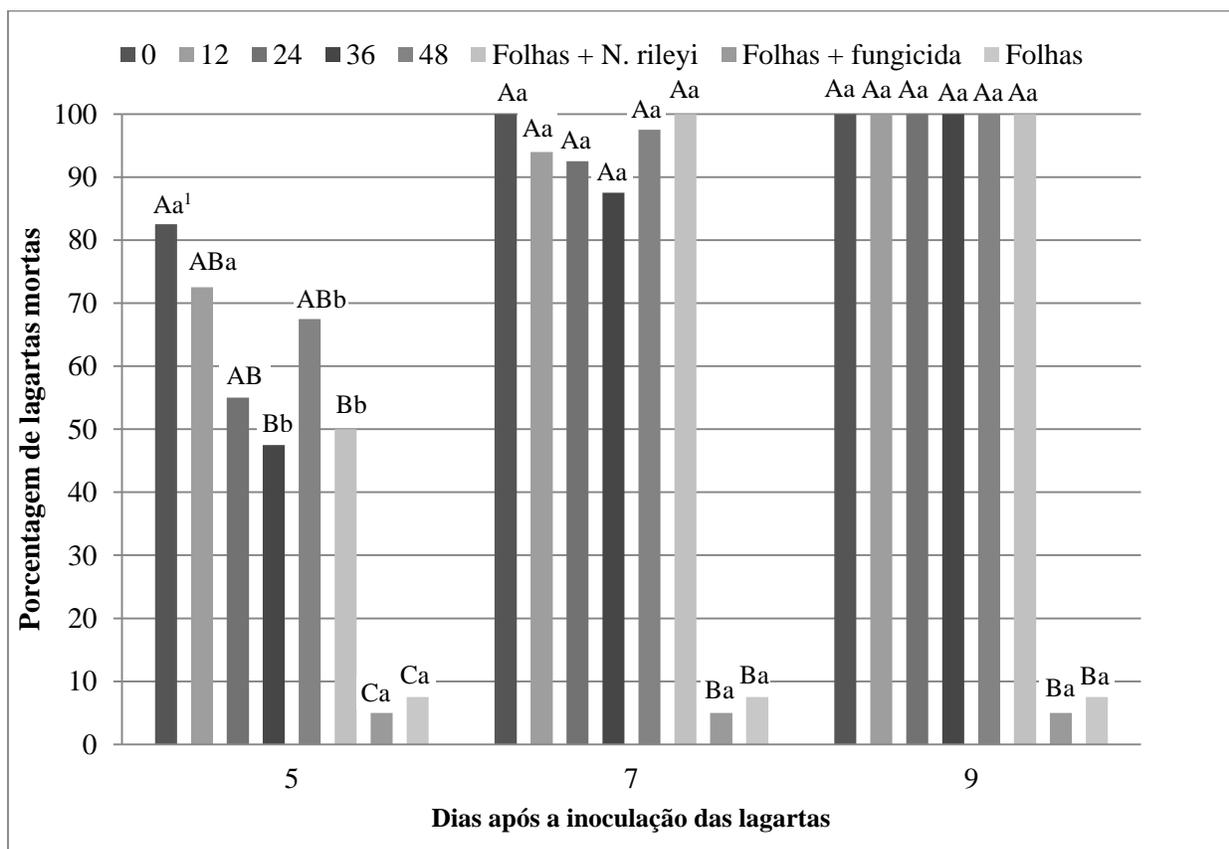


Figura 2 – Impacto do tempo de aplicação de *Nomuraea rileyi* via pó após a aplicação de fungicida em soja na mortalidade de *Anticarsia gemmatalis*. ¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro do mesmo dia de infestação ou minúscula entre dias após a infestação dentro do mesmo período de aplicação não diferem entre si pela análise dos limites de confiança (95%) da probabilidade de sucesso da lagarta sobreviver conforme uma distribuição binomial.

Tabela 3 – Efeito do momento da aplicação do fungicida após ou antes da inoculação da *Nomuraea rileyi* nas plantas de soja, sob condições de 25±1°C de temperatura, 80±10% de umidade relativa e 12 horas de fotofase.

Tempo de inoculação/aplicação (horas)	5 DAI ¹	7 DAI	9 DAI	5 DAI	7 DAI	9 DAI
	ENSAIO1			ENSAIO2		
0	17.5 B ²	92.5 A	100 A	82.5 A	100 A	100 A
12	22.5 B	97.5 A	97.5 A	72.5 A	94 A	100 A
24	25 B	97.5 A	97.5 A	55 A	92.5 A	100 A
36	30 A	100 A	100 A	47.5 A	87.5 A	100 A
48	30 B	100 A	100 A	67.5 A	97.5 A	100 A
Folhas + <i>N. rileyi</i>	50 A	100 A	100 A	50 A	100 A	100 A
Folhas + fungicida	5 A	5 A	5 A	5 A	5 A	5 A
Folhas	7.5 A	7.5 A	7.5 A	7.5 A	7.5 A	7.5 A

¹Dias após a infestação com lagartas; ² Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha dentro do mesmo tempo de aplicação e DAI não diferem entre si pela análise dos limites de confiança (95%) da probabilidade de sucesso da lagarta sobreviver conforme uma distribuição binomial.

Ocorrência e espectro de ação do fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* sobre lagartas da cultura da soja.

A ocorrência da *N. rileyi* em lavouras de soja na safra 2014/15 apresentou variação entre os locais de coleta. O local onde mais constatamos a presença desse fungo entomopatogênico foi em Restinga Seca, RS. Nesse local, 100% das lagartas coletadas morreram devido à doença (Figura 3). Os dados meteorológicos do período anterior a coleta mostram que a umidade relativa esteve sempre acima de 80%, e ocorreram pequenos volumes de precipitação no período anterior a coleta. A temperatura média no período foi na maior parte do inferior a 25°C, sendo a temperatura média

máxima de 26°C no dia 15 de março (Figura 4). Em Itaara, RS, encontramos uma menor quantidade de lagartas mortas por *N. rileyi*, cerca 53% do total da amostra. Os dados meteorológicos para o período anterior a coleta no município mostram a ocorrência de momentos de alta umidade relativa associados com a ocorrência de precipitação. A temperatura média mais alta foi registrada no dia 13 de janeiro com 27,4°C, sendo que na maior parte do período foi menor que 25°C (Figura 5). Nos demais locais amostrados, a ocorrência de *N. rileyi* foi menor. Em Bagé, RS e Júlio de Castilhos, RS, a mortalidade observada causada pelo fungo *N. rileyi* foi menor que 10%. Nos dados meteorológicos anteriores a data de coleta em Bagé, RS a umidade relativa foi inferior a 80%, com um decréscimo acentuado partir do dia 12 de março chegando a menos de 70% no dia da amostragem. A temperatura média registrada para o período foi abaixo de 25°C. As precipitações diárias nunca passaram de 2 mm (Figura 6). Já para Júlio de Castilhos, RS, a umidade relativa foi baixa no período anterior a coleta, chegando a 60% nos dias 2 e 3 de abril. Um aumento na umidade pode ser observado após a ocorrência de precipitações, com um decréscimo logo na sequência. A temperatura média no período ficou abaixo dos 22°C (Figura 7). Além das amostragens no RS, uma amostra foi coletada em Planaltina, DF, porém com uma porcentagem muito baixa de lagartas mortas por *N. rileyi* foi verificada, cerca de 1%. Os dados meteorológicos observados no período anterior a coleta foram de umidade relativa baixa, próximo aos 60%. Porém, a precipitação foi de 40 mm aos 3 dias antes da coleta. A temperatura média não ultrapassou os 25°C (Figura 8).

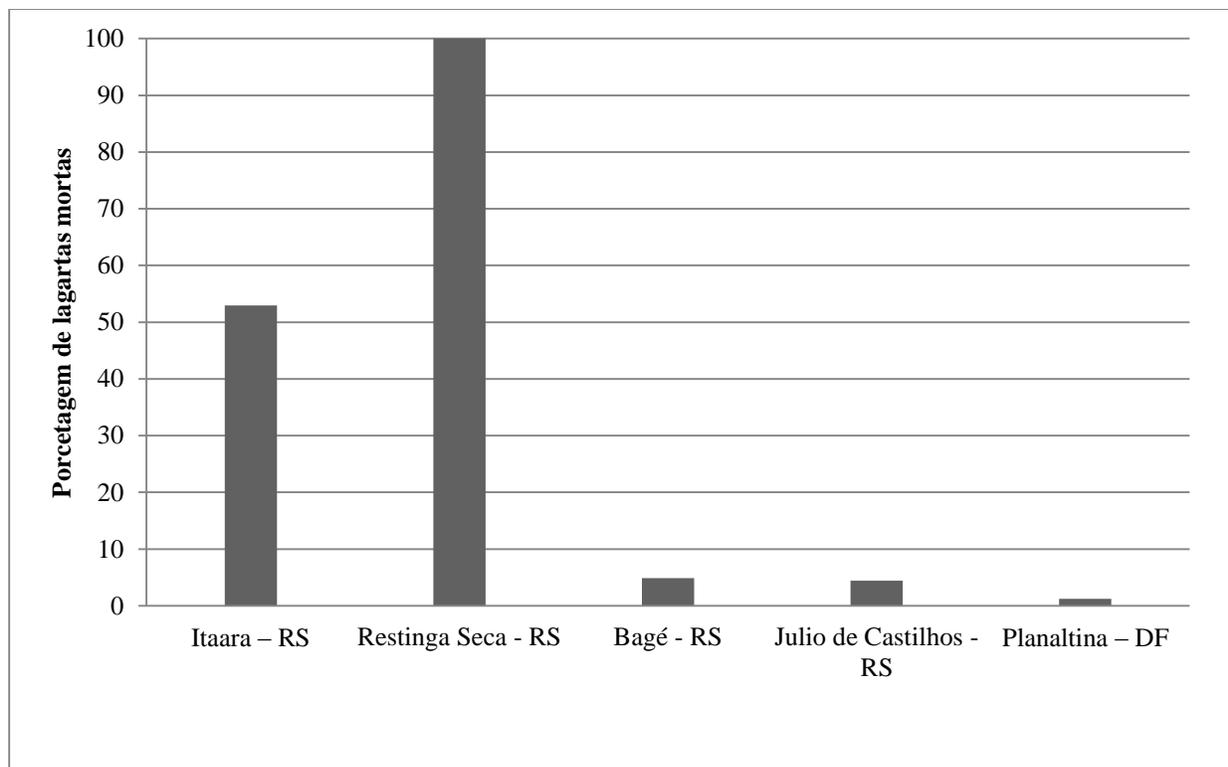


Figura 3 – Ocorrência de *Nomuraea rileyi* em áreas de soja do Rio Grande do Sul e Distrito Federal na safra 2014/15.

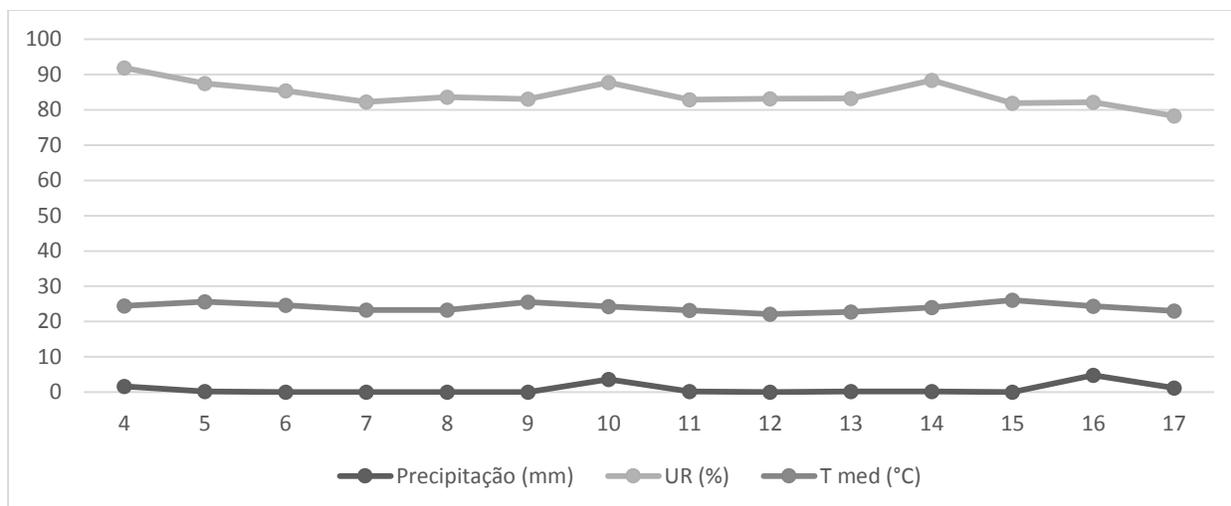


Figura 4 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 4 à 17 de março de 2015 em Restinga Seca, RS.

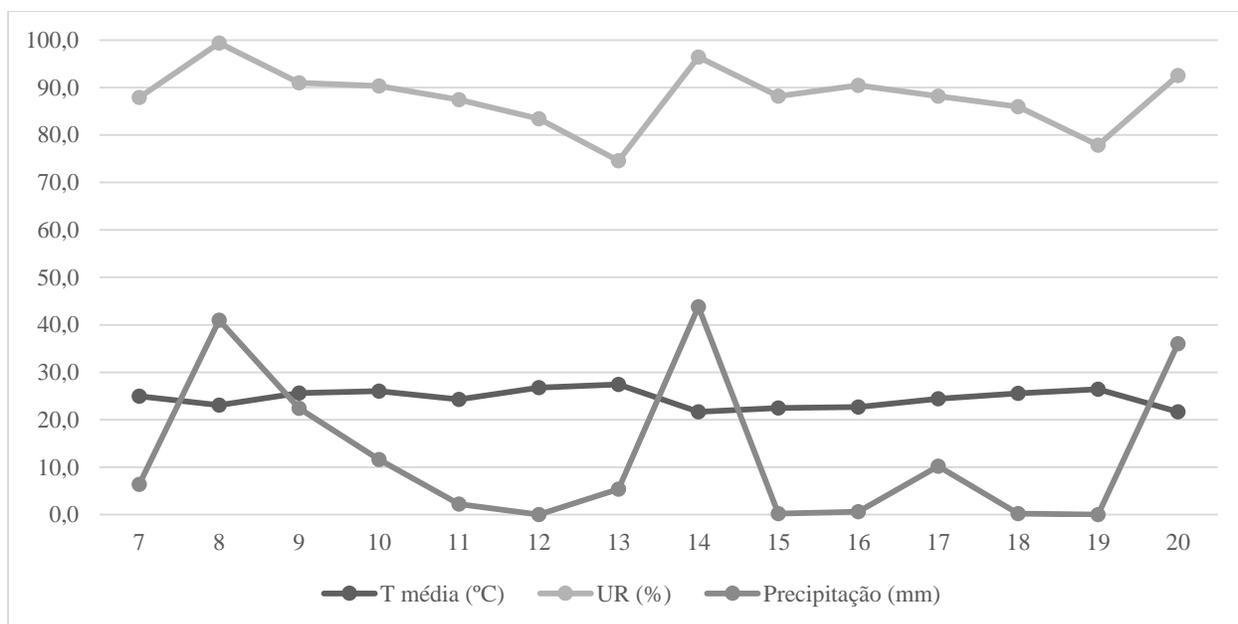


Figura 5 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 7 à 20 de janeiro de 2015 em Itaara, RS.

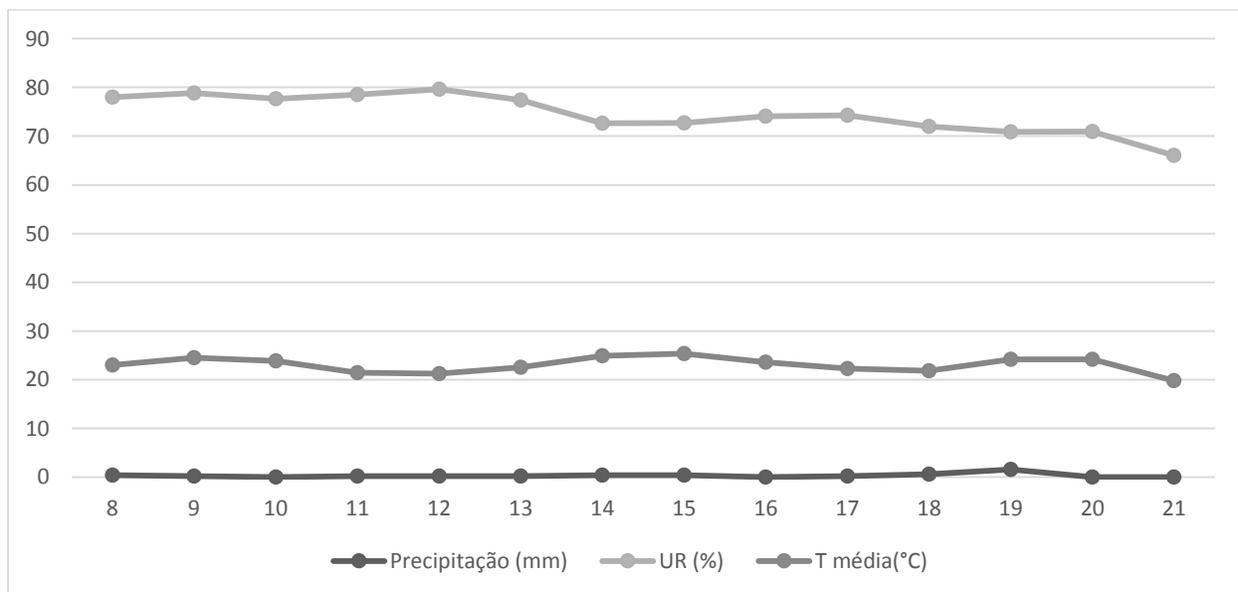


Figura 6 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 8 à 21 de março de 2015 em Bagé, RS.

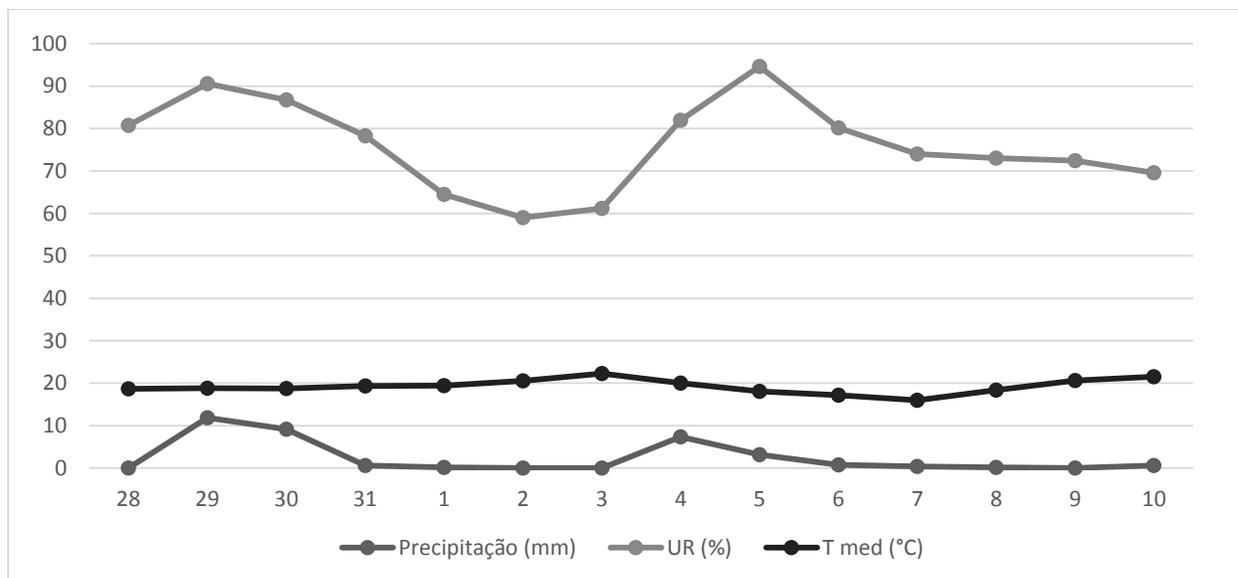


Figura 7 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 28 de março à 10 de abril de 2015 em Júlio de Castilhos, RS.

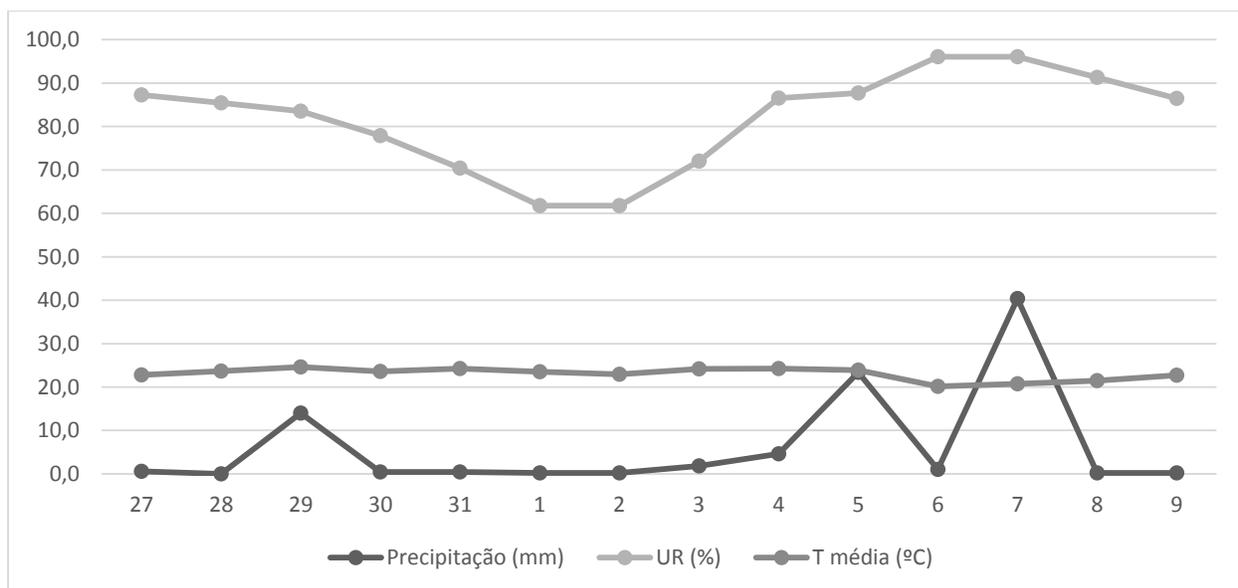


Figura 8 - Condições meteorológicas de temperatura média (T média), umidade relativa (UR) e precipitação no período de 27 de janeiro à 9 de fevereiro de 2015 em Planaltina, DF.

Nomuraea rileyi foi patogênica para todas as espécies de lagartas testadas nesse ensaio, porém, com graus de virulência diferentes para cada espécie. Para as espécies de *A. gemmatilis* e

S. frugiperda, na avaliação aos 5 DAI foi verificado mortalidade de 100%. Por outro lado, para *H. armigera* a mortalidade foi 50% e para *C. includens* 20% aos 5 DAI. Já na avaliação aos 7 DAI, a mortalidade de *H. armigera* atingiu 100%, e a de *C. includens* 45%. Nós observamos 100% de mortalidade para *C. includens* somente aos 12 DAI (Figura 9).

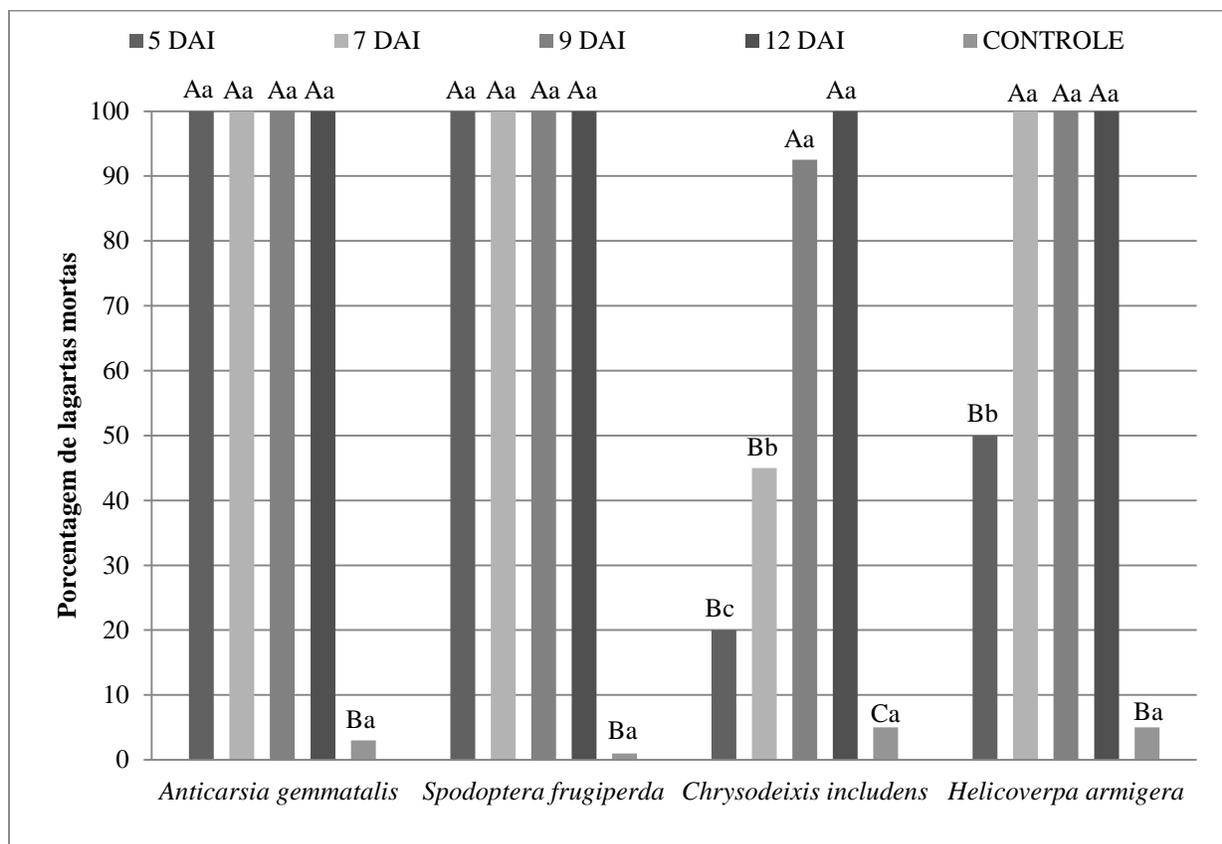


Figura 9 - Espectro de ação de *Nomuraea rileyi* aplicada via pó em plantas de soja sobre as principais lagartas que atacam a cultura da soja. ¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro do mesmo dia de infestação ou minúscula entre espécies dentro do mesmo DAI não diferem entre si pela análise dos limites de confiança (95%) da probabilidade de sucesso da lagarta sobreviver conforme uma distribuição binomial.

DISCUSSÃO

Para a avaliação do impacto dos fungicidas sobre *N. rileyi* e a implicação na mortalidade de *A. gemmatalis*, o primeiro passo foi determinar o período de atividade e a forma de aplicação desse fungo nesse inseto. *N. rileyi* apresentou um tempo de atividade maior quando inoculada via pó em relação à inoculação via líquida. Para outros fungos, como *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok, o tipo da formulação influenciou na resposta de controle. Nessas espécies a formulação granular foi mais eficiente do que as formulações aquosa e aquosa com óleo (MANIANIA, 1993; EKESI et al., 1995). As condições ambientais como radiação, umidade e temperatura podem afetar a persistência da *N. rileyi* no ambiente. Na aplicação granular de *N. rileyi* formulada com gérmen de milho desengordurado, a eficiência no controle de *S. frugiperda* foi de 75%, mesmo quando os grânulos foram submetidos a condição de alta radiação UV (PAVONE, 2009). Pesquisas vem sendo desenvolvidas principalmente em *B. bassiana* e *M. anisopliae*, com o objetivo de minimizar os efeitos das condições ambientais aumentando o tempo de permanência no campo e a eficiência de controle (PRIOR et al., 1988; INGLIS et al., 1995; IBRAHIM et al., 1999; INYANG et al., 2000; LELAND et al., 2001). *N. rileyi* aplicada de forma líquida com o acréscimo de óleo protetor, apresentou tempo de atividade de 48 horas sobre *Heliothis* spp. em algodão (KNIGHT et al., 2002).

No nosso trabalho não usamos nenhum material para o recobrimento dos esporos nas inoculações via pó ou via líquida. Na forma de pó, os esporos foram inoculados diretamente sobre a folha de soja com a auxílio de um pincel, e na inoculação via líquida, o único meio foi a água, sem adição de agente protetor. A água utilizada na aplicação via líquida pode ter retirado alguma proteção natural do esporo, diminuindo o tempo de atividade do fungo entomopatogênico. Além disso, a água utilizada no preparo de *N. rileyi* para inoculação via líquida pode estimular a germinação dos esporos, e não encontrando o inseto para infectar, o esporo acaba se inviabilizando. Havendo a presença de água disponível e temperatura ideal, *P. packirizi*, um fungo patogênico a plantas, inicia o processo de germinação, alcançando máxima germinação em condições *in vitro* dentro de um período de 6,4 horas (BLUM, 2009) e sobre folhas de soja em apenas 4 horas (ZAMBENEDETTI et al., 2007). Essas características observados no fungo patogênico de plantas podem ser comuns aos fungos entomopatogênicos, podendo haver uma clara relação da presença

da água com a perda da atividade do entomopatógeno ao longo do tempo. Lembrando que o ensaio foi conduzido em condições controladas de temperatura e umidade, sendo que outros fatores ambientais não foram responsáveis nesse caso pela variação no tempo de atividade de *N. rileyi*. A obtenção dos dados do período e forma de aplicação permitiu o delineamento dos ensaios do efeito do fungicida sobre *N. rileyi*. Esses dados permitiram que pudéssemos submeter os esporos de *N. rileyi* ao maior período de exposição ao fungicida sem comprometer a eficiência de *N. rileyi*.

O atraso na mortalidade de *A. gemmatalis* observado quando o fungicida foi aplicado logo após a inoculação de *N. rileyi* pode estar relacionado com o fato do fungicida inibir a germinação de parte dos esporos de *N. rileyi*. Neste caso, a redução do inoculo inicial pode ter sido a causa do atraso na mortalidade de *A. gemmatalis* nas folhas tratadas com *N. rileyi* + fungicida. Estudos para avaliar o efeito de fungicidas sobre *N. rileyi* na mortalidade de lagartas *in vivo* vem sendo realizados no mundo (JOHNSON et al., 1976; HORTON et al., 1980; STANSLY; ARELLANA, 1990; TANG; HOU, 1998; DORTA, 2010), porém no Brasil são poucos os trabalhos desenvolvidos com esse objetivo (SOSA-GÓMEZ et al., 2003; RODRIGUES et al., 2006; DORTA, 2010). Um atraso no início da epizootia de 2 à 14 dias foi observado em parcelas tratadas com fungicidas (SOSA-GÓMEZ et al., 2003). A mortalidade de *S. frugiperda* por *N. rileyi* também foi retardada pela aplicação de fungicida no campo (DORTA, 2010). O produto químico utilizado e o isolado podem influenciar na susceptibilidade dos fungos entomopatogênicos ao fungicida (ROBERTS; CAMPBELL, 1977). Os fungicidas do grupo das estrobilurinas possuem característica esporicida, impedindo a germinação dos esporos, podendo assim retardar o início da doença (VINCELLI, 2012).

Ensaio *in vitro* demonstraram o efeito negativo dos pesticidas utilizadas sobre *N. rileyi* (IGNOFFO et al., 1975a; MORJAN et al., 2002; LUZ et al., 2007; PATIL et al., 2014; BARAD et al., 2014; NEERAJA; MANJULA, 2014). Porém essas avaliações *in vitro* pouco esclarecem o efeito dos fungicidas sobre *N. rileyi* em condições de campo ou mesmo semi-campo. Nos testes *in vitro* que realizamos, Azoxistrobina + Ciproconazol inibiu 100% do crescimento micelial de *N. rileyi* nas diluições em meio de cultura equivalente a 0,5, 1 e 2 vezes da concentração aplicada no campo de 400 mL do produto comercial em 200 L de calda (dados não publicado). Esses resultados diferem dos observados nos ensaios de semi-campo. Nos ensaios *in vitro* os esporos são expostos a 100% da concentração desejada do produto, sendo que isso não acontece nas aplicações sobre as

plantas. As condições meteorológicas no momento da aplicação no campo podem influenciar na quantidade de produto que chega na planta. Isso afeta a quantidade de produto que chega até o esporo do fungo entomopatogênico. Além das condições climáticas, características da aplicação como volume de calda e tamanho da gota também influenciam na eficiência dos produtos (KNOCHE, 1994). Nos ensaios *in vitro* esses fatores não existem. Diante disso, dados de ensaios *in vitro* devem ser usados com muita cautela na avaliação do efeito de agroquímicos sobre *N. rileyi* e outros fungos entomopatogênicos.

O Brasil é um país de clima tropical, onde os fungos são capazes de realizar vários ciclos durante um ano de cultivo. Com o passar dos anos, podem ter ocorrido mutações nos isolados e a seleção natural de isolados tolerantes as condições impostas, uma delas a aplicação constantes de fungicidas nos cultivos. Diferentes isolados de *B. bassiana* foram avaliados na presença de fungicidas, e alguns isolados demonstraram menor suscetibilidade aos fungicidas do que outros isolados (SHAPIRO-ILAN et al., 2002). A perda da suscetibilidade de fungos fitopatogênicos a fungicidas do grupo dos triazóis já foi relatada (GISI et al. 2002), sendo necessários mais estudos a cerca dessa possibilidade para *N. rileyi*. A hipótese que tínhamos que os fungicidas estavam eliminando o fungo *N. rileyi* não se confirmou. Nesse caso, o isolado de *N. rileyi* que trabalhamos pode ter sido selecionado naturalmente aos fungicidas ao longo dos anos. Portanto, nos últimos anos a baixa ocorrência de *N. rileyi* pode estar relacionada principalmente com as condições climáticas desfavoráveis. Essa hipótese foi considerada após a coleta de lagartas contaminadas por *N. rileyi* em áreas com aplicação de fungicidas, porém com condições meteorológica favoráveis de ocorrência desse fungo.

A ocorrência do fungo *N. rileyi* em lagartas na soja variou entre os locais de coleta. Apesar do ano ter sido com baixa população de lagartas, verificamos a presença de *N. rileyi*, com variação de ocorrência nos locais amostrados. Vários são os fatores que podem influenciar a ocorrência da doença, como condições climáticas (IGNOFFO et al. 1975b; GUPTA, 2003; SOSA-GÓMEZ et al., 2003; RÍOS-VELASCO et al. 2010; HEMASREE, 2013) estágio de desenvolvimento da cultura (SOSA-GÓMEZ et al., 2003) e características do isolado. As condições do solo como pH, conteúdo de matéria orgânica e textura, e as condições geográficas como latitude, longitude e altitude podem afetar a distribuição e ocorrência do fungo (QUESADA-MORAGA et al., 2007). Acreditamos que o principal fator limitante a sua ocorrência sejam as condições ambientais.

Temperatura, umidade relativa e radiação ultravioleta são considerados os fatores ambientais que mais influenciam na ocorrência.

As condições ideais para o desenvolvimento do fungo são: temperatura de 26°C e umidade relativa maior que 70% (ALVES, 1998). A temperatura média observada nos diferentes locais de amostragem de maneira geral não foi alta, na maioria dos casos não ultrapassou a média de 25°C. Dessa forma, a temperatura não foi fator limitante na ocorrência do fungo. Já a umidade relativa variou nos diferentes locais de coleta. Restinga Seca, RS e Itara, RS a umidade relativa na maior parte do tempo foi superior a 80%. Isso contribuiu para uma maior ocorrência de lagartas mortas pela doença nestes locais. Situações com baixa umidade podem afetar significativamente a germinação dos conídios e a esporulação do fungo (JARONSKI, 2010), dificultando a ocorrência da epizootia no campo. Essa situação foi observada em Júlio de Castilhos, RS, Bagé, RS, e Planaltina, DF, onde a umidade relativa na maior parte do tempo foi inferior a 80%, chegando próximo de 60% em Bagé, RS, dificultando a ocorrência da doença. A radiação ultra violeta é considerada o fator que mais afeta o fungo, causando danos nos ácidos nucléicos, proteínas, lipídios e membrana (TEVINI, 1993). Além disso, a exposição subletal a radiação UV pode causar alterações fisiológicas ou genéticas, as quais podem reduzir a virulência, ou seja, reduzem ou atrasam a germinação (BRAGA et al., 2001). Porém, essa variável não foi quantificada em nosso estudo.

A maior porcentagem de lagartas mortas por *N. rileyi* ocorreu no final do ciclo da cultura da soja, a partir do final de fevereiro, mesmo com aplicações de fungicida (dados não publicados). No campo, o início da epizootia de *N. rileyi* se dá principalmente pelos esporos armazenados no solo de uma safra para outra (IGNOFFO et al., 1978). No início do ciclo da soja as linhas de cultivo encontram-se abertas ficando o solo exposto, e os esporos que ali se encontram entram facilmente em contato com os fungicidas aplicados. Já no final do ciclo da soja, as linhas de cultivo encontram-se fechadas, fazendo com que as aplicações de fungicidas mais tardias não entrem em contato com os esporos de *N. rileyi* de forma tão intensa como nas aplicações mais iniciais de fungicidas. Aplicações de fungicidas mais precoces no ciclo da soja apresentaram um efeito deletério maior sobre *N. rileyi* quando comparado com aplicações de fungicida mais tardias (SOSA-GÓMEZ et al., 2003). Ainda durante o final do ciclo da soja, ocorre a redução gradual nas temperaturas máximas observadas. Esse conjunto de fatores que se observa no final do ciclo da

soja, e que é diferente do cenário observado no início do ciclo da cultura, favorece o surgimento de epizootias da doença no campo. Ao lado desses fatores, a aplicação de fungicidas é apenas mais um fator que pode estar influenciando a ocorrência de fungos entomopatogênicos no campo (RAGSDALE et al., 2008).

Além dessas condições que variam de época para época de cultivo, no campo temos uma grande diversidade de isolados de *N. rileyi*. Por muito tempo achou-se que isolados virulentos a uma espécie de lagarta não fossem virulentos, ou tivesse uma menor virulência a outras espécies de lagartas. Ensaios realizados com um isolado obtido de *A. gemmatalis*, mostraram que o mesmo não causou um morte significativa em lagartas da espécie *S. frugiperda*, e vice-versa (BOUCIAS et al., 1982; FERRAZ et al., 1991). Porém, ensaios mais recentes demonstram existir uma redução na virulência, quando lagartas de uma determinada espécie foram inoculadas com um isolado obtido de outra espécie (MOSCARDI et al., 1992; TIGANO-MILANI et al., 1995), que pode ser explicado pela grande variabilidade genética desse fungo entomopatogênico (TIGANO; ALJANABI, 1999; BOUCIAS et al., 2000a, b; SUWANNAKUT et al., 2005; DEVI et al., 2007).

Apesar de *A. gemmatalis* ter sido utilizado como insetos modelo, nós realizamos um ensaio de espectro de espécies que poderiam ser reguladas por *N. rileyi* e explicando quais espécies poderiam ter surtos populacionais quando da não ocorrência de *N. rileyi*. O ensaio de espectro de ação demonstrou que o fungo *N. rileyi* foi patogênico as lagartas das espécies *A. gemmatalis*, *S. frugiperda*, *H. armigera* e *C. includens*. Esse fungo entomopatogênico possui uma ampla gama de hospedeiros, principalmente lepidópteros. *N. rileyi* foi identificado atacando mais de 30 espécies (IGNOFFO, 1981), dentre as quais estão as espécies testadas nesse estudo (GUDAUSKAS; CANERDAY, 1966; VIMALADEVI; PRASAD, 1997; MANJULA et al., 2003; INGLE et al., 2004; RACHAPPA et al., 2007; RÍOS-VELASCO et al. 2010; SOSA-GÓMEZ et al., 2010; COSTA et al., 2015). Porém, o que se encontra na literatura é a restrição da patogenicidade ou uma menor virulência quando o isolado de uma espécie é inoculado em uma outra espécie (IGNOFFO et al., 1976; BOUCIAS et al., 1982; BOUCIAS et al., 1984; IGNOFFO; GARCIA, 1985). Ensaios realizados com um isolado obtido de *A. gemmatalis*, mostraram que o isolado não causou morte significativa em lagartas da espécie *S. frugiperda*, e o contrário também foi observado (BOUCIAS et al., 1982; FERRAZ et al., 1991). Da mesma maneira, *S. cosmioides* não foi susceptível ao isolado de *A. gemmatalis* (FERRAZ et al., 1991).

Uma das causas para perda/redução da virulência pode ser atribuída ao meio de cultivo do fungo (IGNOFFO, 1982b). Perdas na virulência de *N. rileyi* foram observadas quando o fungo foi cultivado em meio sabouraud maltose e 2% de extrato de levedura (IGNOFFO, 1982b). Além disso, quando o isolado é repicado muitas vezes este perde a virulência. Perdas na atividade dos conídios foram observadas após 12 passagens em séries do fungo no meio de cultivo (IGNOFFO, 1982b). Questões de fisiologia das lagartas também podem afetar a atividade de *N. rileyi*. Estudos com *A. gemmatalis* e *C. includens* mostraram diferenças na tolerância dessas lagartas a *N. rileyi* quando alimentadas com folhas de idades diferentes (BOUCIAS et al., 1984). Esses autores encontram que lagartas alimentadas com folhas maduras (estágio de formação de legumes) foram mais tolerantes a *N. rileyi* do que lagartas alimentadas com folhas mais novas (estádio de floração ou pré-floração). Além disso, a tolerância das lagartas a *N. rileyi* aumentou com o passar do 2º instar para o 4º instar (BOUCIAS et al., 1984). Isso ocorre devido ao aumento na produção de proteases pelas lagartas, dificultando assim o desenvolvimento do entomopatógeno (BOUCIAS, PENDLAND, 1986).

Outro fator que observamos no ensaio de espectro de ação foi a variação no tempo necessário para que o fungo ocasiona-se uma alta mortalidade. As lagartas das espécies *A. gemmatalis* e *S. frugiperda* tiveram uma mortalidade de 100% aos 5 DAI, enquanto que para *C. includens*, o número de dias para que houvesse uma mortalidade de 100% foi de 12 dias. Essa variação no período necessário para o desenvolvimento do entomopatógeno entre espécies já foi observada (SRISUKCHAYAKUL et al., 2005) e atribuída a variação nos isolados de *N. rileyi*. Porém, como nos ensaios foi utilizado apenas um isolado, acreditamos que essa diferença no período de desenvolvimento da doença possa estar relacionado as diferenças na tolerância contra a penetração das hifas do fungo no tegumento do inseto (IGNOFFO et al., 1982, PENDLAND, BOUCIAS, 2000).

Diferenças na estrutura e composição da cutícula dos insetos pode influenciar na susceptibilidade dos insetos a *N. rileyi*, e dessa maneira, um fungo pode ser altamente patogênico a uma espécie e não ser patogênico a outra (GOLEBIOWSKI et al., 2008b). A composição das camadas do tegumento de *A. gemmatalis*, *S. cosmioides* e *R. nu* apresentaram diferenças qualitativas na composição lipídica da parede celular (FRONZA, 2013). Esse autor sugere que espécies mais sensíveis ao fungo *N. rileyi* são aquelas que apresentam uma grande quantidade e

variedade de alcanos. Além disso, esse autor sugere que a maior tolerância das espécies a penetração do fungo está relacionada a presença de grande quantidade de antioxidantes, como a vitamina E. Larvas de *H. virescens* que se mostraram tolerantes quando expostas a um biótipo de *N. rileyi*, não apresentaram essa mesma capacidade quando blastóporos do mesmo biótipo foram injetados na hemocele (IGNOFFO; GARCIA, 1985). Para tentar romper a cutícula do inseto, *N. rileyi* produz enzimas degradadores de cutícula, como proteases, lipase e quitinases. Porém, existem variações na produção dessas enzimas degradadoras de cutícula entre isolados. Em um ensaio com lagartas da espécie *A. gemmatalis*, foi possível verificar maior produção de proteases Pr1 (tipo subtilisina) por um isolado de *N. rileyi*, e consequentemente esse isolado foi mais virulento as lagartas (NUNES, 2010).

Nomuraea rileyi é um fungo entomopatogênico muito dinâmico, capaz de causar epizootias no campo, controlando naturalmente as populações de lagartas. Contudo a sua ocorrência é limitada por vários fatores, sendo o principal as condições meteorológicas de temperatura e umidade. As aplicações de fungicidas podem retardar o aparecimento da epizootia de *N. rileyi* no campo, mas ao menos no cenário atual, não parecem ser a principal causa da não ocorrência desse fungo naturalmente. Além disso, atribuir os surtos populacionais das espécies de lagartas desfolhadoras da soja, principalmente de *C. includens*, apenas a eliminação dos fungos entomopatogênicos parece um tanto errôneo. Outros fatores de ressurgência de espécies devem ser estudados, como seleção de indivíduos mais adaptados ao cenário atual de cultivo, seja pela maior fecundidade dos insetos selecionados, pelas mudanças no comportamento, pela redução da competição com outras pragas (HARDIN et al., 1995), pela disponibilidade de hospedeiro o ano inteiro e/ou resistência das pragas aos inseticidas são fatores que podem responder o ressurgimento de espécies. Ao que parece as condições de clima podem estar afetando a ocorrência desse fungo. Se as condições de clima forem favoráveis, esse fungo poderá contribuir na redução natural dos níveis populacionais das lagartas desfolhadoras da cultura da soja, principalmente mais ao final do ciclo. Porém, mais estudos devem ser realizados a respeito de *N. rileyi*, como exemplo, o impacto das condições climáticas sobre a ocorrência natural e a perda da suscetibilidade aos fungicidas.

CONCLUSÕES

- Os fungicidas não afetam a ocorrência de *Nomuraea rileyi*, podendo atrasar a epizootia no campo, portanto não são a principal causa dos surtos populacionais das lagartas;
- O principal fator relacionado à ocorrência de *Nomuraea rileyi* no campo é a condição climática;
- *Nomuraea rileyi* é capaz de regular a ocorrência das principais lagartas desfolhadoras da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p

BARAD, A. H. et al. Influence of pesticides on the entomogenous fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson. **International Journal of Agricultural Sciences**, v. 10, n. 2, p. 600-602, jun. 2014.

BATISTA FILHO, A. Manejo integrado de pragas em soja: impacto de inseticidas sobre inimigos naturais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 61-67, jan./mar. 2003.

BLUM, M. M. C. **Sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas**. 2009. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

BOUCIAS, D. G. et al. The Relative Susceptibility of Six Noctuid Species to Infection by *Nomuraea rileyi* Isolated from *Anticarsa gemmatalis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 39, p. 238-240, 1982.

BOUCIAS, D. G. et al. Susceptibility of the Velvetbean Caterpillar and Soybean Looper (Lepidoptera: Noctuidae) to *Nomuraea rileyi*: Effects of Pathotype, Dosage, Temperature, and Host Age. **Journal of Economic Entomology**, n. 1, vol 77, p. 247-253, 1984.

BOUCIAS, D. G.; PENDLAND, J. C. Detection of protease inhibitors in the hemolymph of resistant *Anticarsia gemmatalis* which are inhibitory to the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*. **Experientia**, v. 43, n. 3, p. 336-339, mar. 1987.

BOUCIAS, D., et al. AFLP Analysis of *Nomuraea rileyi* DNA. **Mycologia**, in press. 2000b.

BOUCIAS, et al. Genotypic Properties of the Entomopathogenic Fungus *Nomuraea rileyi*. **Biological Control**, n. 19, p. 124-138, 2000a.

BRAGA, G. U. L., et al. Both solar UVA and UVB radiation impair conidial curability and delay germination in the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Photochemical & Photobiological Sciences**, n.74, p. 734-739, 2001.

BRAGA, G. U. L., et al. Conidial pigmentation is important to tolerance against solar-simulated radiation in the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Photochemical & Photobiological Sciences**, n. 82, p. 418-422, 2006.

COSTA, V. H. D., et al. *Nomuraea rileyi* (Hypocreales: Clavicipitaceae) in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 2, 2015.

DEVI, U. K., et al. AFLP and singlestrand conformation polymorphism studies of recombination in the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. **Mycological research**, n. 111, p. 716-725, 2007.

DORAI-RAJ, S. Binom: Binomial confidence intervals for several parameterizations. R package version 1.0 D5. (<http://CRAN.R-project.org/package=binom>), 2009.

DORTA P. D. B. Effect of agrochemicals on development of the fungus entopathogenic *Nomuraea riley* and its virulence on *S. frugiperda*. **Bioagro [online]**, v. 22, n. 2, p. 105-114, 2010.

EKESI S. et al. Effect of soil application of different formulations of *Metarhizium anisopliae* on African tephritid fruit flies and their associated endoparasitoids. **Biological Control**, n. 35, p. 83-91, 2005.

FERRAZ, J. M. G., PATEL, P. M., AND HABIB, M. E. M. Cross infection of *Nomuraea rileyi* isolated from *Spodoptera frugiperda* and *Anticarsia gemmatilis*. In: Abstracts of the 12th International Plant Protection Congress, 12, 1991, Rio de Janeiro. **Oral and poster sessions - program and abstracts**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1991.

FRONZA, E. **Virulência de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson e sua relação com a estrutura e composição cuticular de larvas de lepidópteros-praga**. 2013. 93 f. Tese (Doutorado em Biotenologia) – Universidade de Caxias do Sul, 2013.

GISI, U. et al. Mechanisms influencing the evolution of resistance to Qo inhibitor fungicides. **Pest Management Science [online]**, n. 58, p. 859–867, 2002.

GOLEBIEWSKI, M. et al. The cuticular fatty acids of *Calliphora vicina*, *Dendrolimus pini* and *Galleria mellonella* larvae and their role in resistance to fungal infection. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, n. 38, p. 619-627, 2008.

GUDAUSKASA, R. T.; CANERDAYA, T. D. Pathogenicity of *Spicaria rileyi* to *Pseudoplusia includens*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 8, n. 2, jun. 1966.

GUPTA, V. P. Natural occurrence of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* in the soybean green semilooper, *Chrysodeixis acuta*, in India. **Plant Health Progress**, Online, p. 1-2, jan. 2003.

HARDIN, M. R. et al. Arthropod pest resurgence: an overview of potential mechanisms. **Crop Protection**, v. 14, n. 1, 1995.

HEMASREE, E. A critical review on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in agricultural ecosystem. **International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology**, v. 4, n. 4, p. 372-375, 2013.

HORTON, D. L.; CARNER, G. R.; TURNIPSEED, S. G. Pesticide inhibition of the entomogenous fungus *Nomuraea rileyi* in soybeans. **Environmental Entomology**, n. 9, p. 304- 308, 1980.

IBRAHIM, L. et al. The germination of oil-formulated conidia of the insect pathogen, *Metarhizium anisopliae*. **Mycological research**, n. 103, p. 901-907, 1999.

IGNOFFO, C. M., et al. Sensitivity of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* to chemical pesticides used on soybeans. **Environmental Entomology**, n. 4, p. 765-768, 1975a.

IGNOFFO, C. M. et al. Seasonal Incidence of the Entomopathogenic Fungus *Spicaria rileyi* Associated with Noctuid Pests of Soybeans. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 5, p. 135-137, 1975b.

IGNOFFO, C. M. Effects of temperature on growth and sporulation of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. **Environmental Entomology**, College Park, n. 5, p. 935 - 6, 1976.

IGNOFFO, C. M. et al. Susceptibility of the Cabbage Looper, *Trichoplusia ni*, and the Velvetbean Caterpillar, *Anticarsia gemmatilis*, to Several Isolates of the Entomopathogenic Fungus *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 28, p. 259-262, 1976.

IGNOFFO, C. M. et al. Stability of Conidia of an Entomopathogenic Fungus, *Nomuraea rileyi*, in and on Soil. **Environmental Entomology**, v. 7, n. 5, oct. 1978.

IGNOFFO, C. M. et al. Susceptibility of Larvae of *Trichoplusia ni* and *Anticarsia gemmatalis* to Intrahemocoelic Injections of Conidia and Blastospores of *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 39, p. 198-202, 1982a.

IGNOFFO, C. M. et al. Effects of successive in vitro and in vivo passages on the virulence of the entomopathogenic fungus, *Nomurea rileyi*. **Entomophaga**, v. 27, n. 4, p. 371-378, 1982b.

IGNOFFO, C. M.; GARCIA, C. Host Spectrum and Relative Virulence of an Ecuadoran and a Mississippian Biotype of *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 45, p. 346-352, 1985.

IGNOFFO, C. M.; BOUCIAS, D. B. Relative activity of geographical isolates of *Nomuraea* bioassayed against the cabbage looper and velvetbean caterpillar. **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 59, p. 215-217, 1992.

INGLE, Y. V., et al. Natural epizootic of *Nomuraea rileyi* on lepidopterous pests of soybean and green gram. **Journal of Applied Zoological Research**, v. 15, p. 160-162, 2004.

INGLIS, G.; GOETTEL, M.; JOHNSON, D. Influence of ultraviolet light protectants on persistence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*. **Biological Control**, n. 5, p. 581-590, 1995.

INYANG, E. et al. Effect of formulation, application and rain on the persistence of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* on oilseed rape. **Mycological research**, n. 104, p. 653-661, 2000.

JARONSKI, S. T. Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. **BioControl**, n. 55, p. 159-185, 2010.

JOHNSON, D.W.; KISH, L. P.; ALLEN, G. E. Field evaluation of selected pesticides on the natural development of the entomopathogen, *Nomuraea rileyi*, on the velvetbean caterpillar in soybean. **Environmtal Entomology**, n. 5, p. 964-966, 1976.

KAYA, H. K., VEGA, F. Scope and Basic Principles of Insect Pathology. In: KAYA, H. K., VEGA, F. **Insect Pathology**. 2nd ed. Academic impress: EUA. 2012. p.1-12.

KNIGHT, K., et al. New Biopesticides. In: 2002 AUSTRALIAN COTTON CONFERENCE, 2002, Austrália. **Anais eletrônicos...** Austrália, 2002. Disponível em: <<http://www.insidecotton.com/jspui/handle/1/973>>. Acessado em: 1 abr. 2015

KNOCHE, M. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. **Crop Protection**, v. 13, n. 3, 1994.

LELAND, J. E., et al. Coating *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* with water-soluble lignins for enhanced UVB-protection and effects on virulence to *Schistocerca americana* (Drury). In: The ESA 2001 Annual Meeting - 2001: An Entomological Odyssey of ESA, 2001 Disponível em: <http://esa.confex.com/esa/2001/techprogram/paper_3552.htm>. Acesso em: 15 jan. 2015.

LUZ C. et al. In vitro susceptibility to fungicides by invertebrate pathogenic and saprobic fungi. **Mycopathologia**, n. 164, p. 39-47, 2007.

MANIANIA, N. K. Effectiveness of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. for control of the stem borer *Chilo partulles* (Swinhoe) in maize in Kenya. **Crop Protection**, n. 12, p. 601-604, 1993.

MANJULA, K.; NAGALINGAM, B.; RAO, P. A. Occurrence of *Nomuraea rileyi* on *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera litura* in Guntur district of Andhra Pradesh. **Annals of Plant Protection Sciences**, v. 11, p. 224-227, 2003.

MORJAN W. E.; PEDIGO, L. P.; LEWIS L. C.; Fungicidal Effects of Glyphosate and Glyphosate Formulations on Four Species of Entomopathogenic Fungi. **Environmental Entomology**, v. 31, n. 6, p. 1206-1212, 2002.

MOSCARDI, F.; KASTELIA, J. G.; SOSA-GOMEZ, D. R. Suscetibilidade de três espécies de lepidópteros associados à soja a três isolados do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, n. 21, p. 93-100, 1992.

NEERAJA D. B.; MANJULA, K. Lethality of some commonly used insecticides and fungicides to *Nomuraea rileyi*. **Research Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 1, n. 2, p.1-5, nov./dec., 2014.

NUNES, A. R. F. et al. Production of cuticle-degrading proteases by *Nomuraea rileyi* and its virulence against *Anticarsia gemmatalis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 9, p. 1853-1859, set. 2010.

PATIL, R. K. et al. Evaluation of entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi* (Farlow) samson for the control of groundnut *Spodoptera litura* (F.) and its compatibility with synthetic and botanical pesticides. **Journal of Biopesticides**, n. 7, p. 106-115, 2014.

PAVONE, D. et al. A granular formulation of *Nomuraea rileyi* (Samson) for the control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Interciencia**, v. 34, n. 2, feb. 2009.

PENDLAND, J. C.; BOUCIAS, D. G. Comparative Analysis of the Binding of Antibodies Prepared against the Insect *Spodoptera exigua* and against the Mycopathogen *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 75, p. 107-116, 2000.

PRIOR C.; JOLLANDS, P. L.; PATOUREL, G. Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 52, p. 66-72, 1988.

QUESADA-MORAGA, E. et al. Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and cultivated soils. **Mycological research**, p. 947-966, 2007.

RACHAPPA, V.; LINGAPPA, S.; PATIL, R. K. Occurrence of entomopathogenic fungi in Northern Karnataka. **Journal of Ecobiology**, v. 20, p. 85-91, 2007.

RAGSDALE, D.; KOCH, K.; GRAU, C. Secondary effects of fungicides. In: DORRANCE, A. E.; DRAPER, M. A.; HERSHMAN, D. E. **Using of Foliar Fungicides to Manage Soybean Rust**. Columbus, OH, USA: Ohio State University, 2008. p. 83-5.

RÍOS-VELASCO, C. et al. Natural epizootic of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson infecting *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Coahuila México. **The Journal of Research on the Lepidoptera**, v. 43, p. 7-8, sept. 2010.

ROBERTS, D. W.; CAMPBELL, A. S. Stability of entomopathogenic fungi. **Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 10, n. 3, p.19-75, 1977.

RODRIGUES, L. M. R. Compatibilidade de *Nomuraea rileyi* a formulações dos fungicidas Tetraconazol e Flutriazol. **Revista Ecosystema**, v. 31, n 1,2, jan./dez. 2006.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. The Impact of Fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson Epizootics and on Populations of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on Soybean. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 287-291, april/jun. 2003.

SOSA-GÓMEZ, D. R., et al. An Overview of Arthropod-Associated Fungi from Argentina and Brazil. **Mycopathologia**, v. 170, p. 61–76, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D. R. Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos. Londrina: Embrapa Soja, 2005. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/444633>>. Acessado em: 15 mar. 2014.

SOUZA, M. L. de. Utilização de microrganismos na Agricultura. **Biociência & Desenvolvimento**, n. 21, p. 28-31, jul./ago. 2001.

SRISUKCHAYAKUL, P. et al. Studies on the pathogenesis of the local isolates of *Nomuraea rileyi* against *Spodoptera litura*. **ScienceAsia**, v. 31, p. 273-276, 2005.

STANSLY, P. A.; ORELLANA, M. G. J. Field manipulation of *Nomuraea rileyi* (Moniliales: oniliaceae): effects on soybean defoliators in Coastal Ecuador. **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 83, p. 2193-2195, 1990.

TANG L.-C.; HOU, R. F. Potential application of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, for control of the corn earworm, *Helicoverpa armigera*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, n. 88, p. 25-30, 1998.

TEVINI, M. Molecular biological effects of ultraviolet radiation. In: TEVINI, M. (Ed.). **UV-B Radiation and Ozone Depletion: Effects on Humans, Animals, Plants, Microorganisms, and Materials**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. p. 1-15.

TIGANO, M. S.; ALJANBI, S. RAPD analysis of *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 75, p. 240-242, 1999.

TIGANO-MILANI, M. S et al. Análise de patogenicidade e germinação do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson isolado no Distrito Federal. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, n. 24, p. 53–60, 1995.

VEGA, F. E. et al. Fungal Entomopathogens. In: KAYA, H. K., VEGA, F. **Insect Pathology**. 2nd ed. Academic impress: EUA. 2012. p.171-220.

VIMALADEVI, P. S.; PRASAD, Y. G. Epizootics of entomofungal pathogen *Nomuraea rileyi* in *Kharif* groundnut. **Information Bulletin**, Directorate of Oil Seeds Research, 1997.

VINCELLI, P. QoI (Strobilurin) Fungicides: Benefits and Risks. In: American Phytopathological Society - APS. 2012. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/Pages/StrobilurinFungicides.aspx>>. Acessado em: 25 abr. 2015.

ZAMBENEDETTI, E. B. et al. Germinação de urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes métodos de armazenamento. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 83-85, 2007.