

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

Fábio da Silva Paulino Borges

**PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO CONTROLE DE LAGARTAS *Chrysodeixis
includens* Walker (1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DA
SOJA.**

CHAPADÃO DO SUL-MS

2016

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

Fábio da Silva Paulino Borges

**PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO CONTROLE DE LAGARTAS *Chrysodeixis
includens* Walker (1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DA
SOJA.**

Orientadora: Prof^a Dr^a. Elisângela de Souza Loureiro

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

CHAPADÃO DO SUL-MS

2016



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Câmpus de Chapadão do Sul

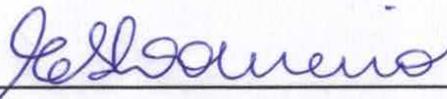


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

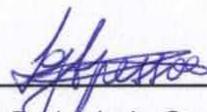
DISCENTE: Fábio da Silva Paulino Borges

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Elisângela de Souza Loureiro

PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO CONTROLE DE LAGARTAS
***Chrysodeixis includens* WALKER (1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA**
CULTURA DA SOJA



Prof.(a) Dr.(a) Presidente Elisângela de Souza Loureiro



Prof.(a) Dr.(a) Luis Gustavo Amorim Pessoa



Prof.(a) Dr.(a) Wilson Itamar Maruyama

Chapadão do Sul, 26 de Abril de 2016.

“Dedico aos meus filhos Bruno e Sofia, à minha esposa Zenaide e a meus familiares,
pelo apoio e aos amigos que acreditaram em mim.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul pela oportunidade.

À Prof^a. Dr^a. Elisângela de Souza Loureiro, pela orientação, dedicação e empenho na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa, pela orientação e apoio na pesquisa.

Ao Prof. Dr. Wilson Itamar Maruyama, por aceitar participar da banca examinadora e correção do trabalho.

Ao Grupo Pelizon de Chapadão do Céu, pela oportunidade da área de pesquisa e todo o material necessário, em especial ao Thales C. Pelizon e ao Vanduir.

Aos grandes amigos Juan E. Jaurretche, Lucas A. de Arruda e Antonio R. de Lima que foram de grande ajuda na condução do experimento.

Aos amigos de caminhada nesses dois anos do programa de Mestrado e aos amigos de trabalho de Chapadão do Céu e a todos que colaboraram para o sucesso deste trabalho, que com certeza tem um pedacinho de cada um de vocês.

EPÍGRAFE

"A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê".

Arthur Schopenhauer

RESUMO

BORGES, Fábio da Silva Paulino. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. **PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO CONTROLE DE LAGARTAS *Chrysodeixis includens* Walker (1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA.**

Professora Orientadora: Dr^a. Elisângela de Souza Loureiro

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill (Fabales: Fabaceae) é a principal *commodity* produzida no mundo, destacando-se o Brasil como sendo o segundo maior produtor mundial, ocupando 49% da área cultivada com grãos no país. O controle de pragas agrícolas no Brasil está centrado basicamente na aplicação de inseticidas químicos de forma sequenciada, buscando a erradicação da praga. Uma das consequências dessa prática é a seleção de indivíduos resistentes dentro da população aos produtos utilizados, combinado com o aumento dos custos de produção, perdas de moléculas que não surtem mais efeito, entre outras tecnologias que demandam tempo e recurso para o seu desenvolvimento. A lagarta *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) vêm se tornando um sério risco às lavouras de soja em todo o país, devido o emprego de produtos fitossanitários não seletivos a seus inimigos naturais. O presente trabalho avaliou a eficiência do controle biológico aplicado e controle químico no manejo da *C. includens* na cultura da soja em campo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), composto por seis tratamentos e quatro blocos, todos com uma aplicação. Os tratamentos consistiram de duas doses 200 e 350 mL ha⁻¹ de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* cepa HD-1 (Bt) 23,7 g L⁻¹, 2,0 e 5,0 Kg ha⁻¹ (conídios+arroz) de *Nomuraea rileyi* (isolado UFMS-02) (Nr), 20 mL ha⁻¹ do inseticida Flubendiamida (Fd) e a testemunha (sem aplicação de produto). Avaliou-se, após treze dias, a redução da praga e a porcentagem de eficiência dos produtos e na colheita foi estimada a produtividade (Kg ha⁻¹) a partir dos parâmetros número de plantas por metro, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a massa de 1.000 grãos. De maneira geral, observou-se decréscimo no número de lagartas decorridos treze dias da pulverização sendo o tratamento Bt 350 mL ha⁻¹ o que proporcionou maior redução na população (96,2%) quando comparado a testemunha (6,7%). Com relação a eficiência, os tratamentos contendo os produtos biológicos Bt 200 e 350 mL ha⁻¹ e Nr 5,0 Kg ha⁻¹ proporcionaram os melhores resultados, 84,69; 95,88 e 92,35% respectivamente. Dentre os parâmetros fitotécnicos avaliados, os tratamentos biológicos se mostraram superiores aos demais em relação a produtividade e ao número de vagens por planta, não diferindo entre si.

PALAVRAS-CHAVE: *Bacillus thuringiensis*. *Nomuraea rileyi*. Flubendiamida.

ABSTRACT

BORGES, Fábio da Silva Paulino. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. **PHYTOSANITARY PRODUCTS ON CONTROL CARTERPILLAR *Chrysodeixis includens* Walker (1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN THE CULTURE OF THE SOYBEAN.**

Author: Fábio da Silva Paulino Borges.

Adviser: Dr^a. Elisângela de Souza Loureiro

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill (Fabales: Fabaceae) is the main commodity produced in the world, highlighting the Brazil as the world's second largest producer, occupying 49% of the area cultivated with grain in the country. The control of agricultural pests in Brazil and the world is basically the application of chemical insecticides sequenced manner, seeking to eradicate the pest. One consequence of this practice is the selection of resistant individuals to the products used, combined with rising production costs, loss of molecules that fail to have more effect, and other technologies that require time and resource for its development. The caterpillar soybean looper is becoming a serious risk soy farming across the country, especially after the emergence of soybean asian rust, and the use of fungicides and other pesticides, which oppress their natural enemies. Aiming to find safer and more sustainable ways of controlling this pest, the present study evaluated the efficiency of the control biological applicable and control chemical in the handle of the *C. includens* in the culture of the soybean after field. The experimental design was in randomized blocks (DRB), composed of six treatments and four blocks, all with a single application. two entomopathogenic organisms were tested at two different doses for each, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* strain HD-1 (Bt) 23.7 g L⁻¹, 200 mL ha⁻¹ and 350 mL ha⁻¹, 2.0 and 5.0 kg ha⁻¹ (conidia + rice) of *Nomuraea rileyi* (isolated UFMS-02) (Nr), 20 mL ha⁻¹ insecticidal Flubendiamide (Fd) and control (without product application). evaluated after thirteen days the reduction of the pest and percentage of efficiency of products and in the crop was estimated productivity (Kg ha⁻¹) from the parameters number of plants per meter, number of pods per plant, number of grains per pod and weight of 1.000 grains. Of manner general, observed in the present study, reduction in the number of caterpillar pass away thirteen days after pulverize belong treatment Bt 350 mL ha⁻¹ proportioned major reduction in the population in 96.2% compared the control (6.7%). The treatments Bt 200 and 350 mL ha⁻¹ and Nr 5.0 Kg ha⁻¹ efficiency of 84.69, 95.88 and 92.35% of control, respective. Among the phytotechnical evaluated parameters, the biological treatments they are showed higher than the others in relation to productivity and the number of pods per plant, not differing from each other.

KEY-WORDS: *Bacillus thuringiensis*. *Nomuraea rileyi*. Flubendiamide.

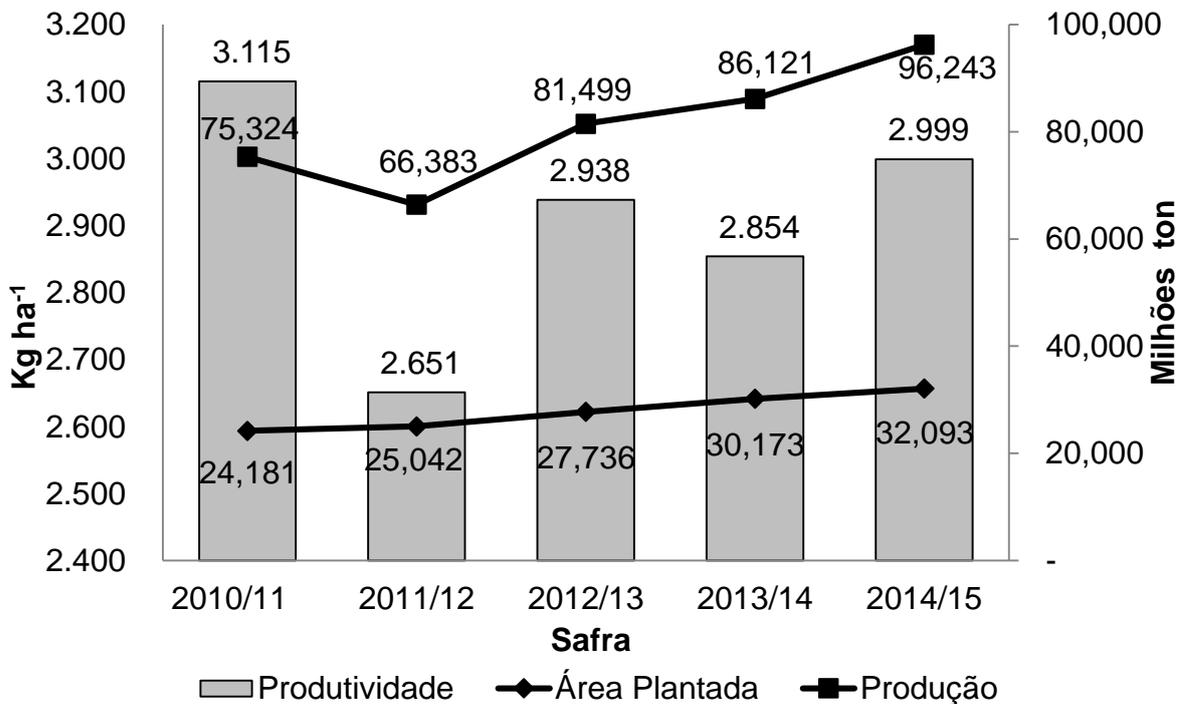
SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. CULTURA DA SOJA <i>Glycine max</i> (L.) Merrill (1917) (Fabales: Fabaceae) .	14
2.2. LAGARTA FALSA-MEDIDEIRA <i>Chrysodeixis includens</i> Walker, (1858) (Lepidoptera: Noctuidae).....	17
2.2.1. MORFOLOGIA E CICLO BIOLÓGICO	17
2.2.2. IMPORTÂNCIA DE <i>C. Includens</i> PARA A CULTURA DA SOJA.....	18
3. PRINCIPAIS FORMAS DE CONTROLE	21
3.1. CONTROLE QUÍMICO.....	21
3.2. MÉTODO DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS	23
3.3. CONTROLE BIOLÓGICO	24
3.3.1. CONTROLE COM ENTOMÓFAGOS	25
3.3.2. CONTROLE COM ENTOMOPATÓGENOS	26
3.3.3. <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner (1915) (Eubacteriales: Bacillaceae).	27
3.3.4. <i>Nomuraea rileyi</i> (Farlow) Samson 1974 (Ascomycota: Clavicipitaceae).....	32
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
CAPITULO 1: PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO CONTROLE DE LAGARTAS <i>Chrysodeixis includens</i> Walker (1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA.	50
RESUMO	50
ABSTRACT:.....	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS.....	63
PESQUISA AGROPECUÁRIA TROPICAL (PAT)	68
Diretrizes para Autores	68
Declaração de Direito Autoral	71
Declaração de Direito Autoral	72
Política de Privacidade.....	72

1. INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill (Fabales: Fabaceae), é a principal *commodity* produzida no mundo, destacando o Brasil como sendo o segundo maior produtor mundial, ocupando 49% da área cultivada com grãos no país (MAPA, 2015). Na safra 2014/2015, a produção nacional foi de 96.243,3 milhões de toneladas, superior em mais de dez milhões de toneladas a safra anterior, em uma área plantada de 32.093,1 milhões de hectares, aumento de quase dois milhões de hectares, alcançando uma produtividade média de 2.999 Kg/ha, 5% superior a safra 2013/2014 (Figura 1).

Figura 1. Dados referente a produtividade, área plantada e produção de soja no Brasil nas ultimas cinco safras (CONAB, 2015).



Vários organismos, como fungos, vírus, bactérias, além dos artrópodes, atacam as espécies vegetais como a cultura da soja. Dentre eles, os insetos destacam por possuir cerca de um milhão de espécies identificadas no mundo, das quais, em torno de 10% são pragas agrícolas, representando apenas 20% das espécies animais existentes e que ainda deverão ser descobertas e identificadas no futuro (GALLO et al., 2002; BUENO et al., 2012b).

O controle de pragas agrícolas no Brasil e no mundo consiste basicamente da aplicação de inseticidas químicos de forma sequenciada, buscando a erradicação da

praga. Para esse fim, são usados cada vez mais formulações com amplo espectro de ação, ignorando a preservação de inimigos naturais e a real necessidade de se realizar o controle, uma vez que não se segue os princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Uma das consequências dessa prática é a seleção de indivíduos resistentes dentro da população aos produtos utilizados, combinado com o aumento dos custos de produção, perdas de moléculas que não surtem mais efeito, entre outras tecnologias que demandam tempo e recurso para o seu desenvolvimento, além de não se conseguir o principal intuito dessa filosofia, que é a manutenção do nível populacional da praga em um patamar que não resulte em um dano econômico (GALLO et al., 2002; ARANTES et al., 2002; SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012).

Dentre as pragas que se enquadram na descrição pré-escrita e consequentemente, onerando os produtores brasileiros é a ocorrência de lagartas da subfamília Heliiothinae, as quais têm atacado intensamente diferentes culturas de importância econômica como soja, algodão, milho, arroz, feijão e tomate, independente da presença ou não de transgenia, que expressam as proteínas da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* Berliner (1915) (Eubacteriales: Bacillaceae) (PINTO; FIUZA 2008; BERNARDI, 2012).

Dentre as pragas pertencente a essa subfamília, está a lagarta *Chrysodeixis includens* Walker (1858) (Lepidoptera: Noctuidae) a qual, até o final da década de 1990, era considerada praga-secundária na cultura da soja (MORAES et al., 1991; MOSCARDI; SOSA-GÓMEZ, 1993) e, posteriormente, cresceu em importância a partir da safra 2002/2003, passando a ser uma das pragas-chave desse cultivo nos últimos anos (BUENO et al., 2007).

Segundo Bernardi (2012) esta lagarta possui alta capacidade polifágica, com possibilidade de sobreviver em 73 plantas hospedeiras, pertencentes a 29 famílias botânicas. Esse fator favorece sua sobrevivência, uma vez que as populações podem se desenvolver simultaneamente em diferentes plantas hospedeiras dentro de uma região ou podem persistir no ambiente em baixa densidade até a fêmea encontrar um hospedeiro capaz de sustentar o desenvolvimento das lagartas (MOSCARDI et al., 2012). Associado a isto, temos o hábito de vida do inseto, que possibilita o escape ao controle químico (CARVALHO et al., 2012).

O MIP pode ser considerado um avanço no que tange ao controle de insetos-praga e doenças de plantas na agricultura, sendo uma das práticas que têm

contribuído para a manutenção da eficiência das novas técnicas. Essa prática consiste na combinação de estratégias em que a soma do uso das tecnologias permite uma ação mais eficiente, mais benéfica para o meio ambiente e mais econômica para o produtor (EMBRAPA, 2013).

O controle biológico é uma alternativa a aplicação de inseticidas com utilização de parasitoides, predadores e micro-organismos entomopatogênicos aos insetos-praga (PARRA; ZUCCHI, 2004). A adoção do controle biológico é uma realidade que assume extrema importância em programas de MIP, com a associação de outros métodos de controle (CARVALHO et al., 2012).

Visando o manejo de lagartas em cultivos agrícolas de importância econômica, vários estudos vêm sendo realizados no âmbito do controle biológico como bactérias e fungos entomopatogênicos (BUENO et al., 2012b). Em relação as bactérias, destacam estudos com *B. thuringiensis*, que possui grande potencial biotecnológico, comumente usada no controle de pragas em culturas agrícolas e florestais através de formulações de bioinseticidas ou também com a utilização de seus genes incorporados no genoma de plantas cultivadas, conhecidas como plantas-Bt (BARROSO; HOFFMANN 2007; FIUZA, 2010). Essa bactéria possui um grande arsenal de proteínas tóxicas a lepidópteros, podem causar sua morte entre 2 e 4 dias após a infecção, sendo seu uso fundamental à agricultura orgânica (JOHNSON; MCGAUGHEY 1996; HANSEN; SALAMITOU, 2000; BUENO et al., 2012b)

Em relação aos fungos entomopatogênicos destaca-se *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson (1974) (Ascomycota: Clavicipitaceae), conhecido como agente de controle natural de lepidópteros-praga de diversas culturas de importância econômica, podendo ser utilizado como um inseticida biológico, principalmente quando aplicado sobre os primeiros instares larvais da lagarta *Anticarsia gemmatalis* Hübner (1918) (Lepidoptera: Noctuidae), sendo observada uma média de 80% de mortalidade nos primeiros três dias após sua aplicação (IGNOFFO et al., 1976).

As lagartas da família Noctuidae estão entre as mais susceptíveis a este patógeno, e sob condições ambientais favoráveis este fungo é capaz de reduzir drasticamente populações deste inseto nos EUA, Brasil, Argentina e Austrália (LECUONA, 1990). Uma das vantagens que tornam o *N. rileyi* como um agente potencial de controle da *C. includens* é que seus conídios podem penetrar diretamente através da cutícula do inseto, este modo de infecção é auxiliado pela

produção de enzimas que degradam a cutícula (ALVES, 1998). Caracterizando assim o fungo *N. rileyi* como uma ferramenta de alto potencial para ser utilizado no controle desta praga.

O objetivo do presente trabalho consistiu em avaliar a eficiência do controle biológico aplicado e controle químico no manejo da *C. includens* na cultura da soja em campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CULTURA DA SOJA *Glycine max* (L.) Merrill (1917) (Fabales: Fabaceae)

O centro origem da soja *Glycine max* (L.) Merrill (1917) (Fabales: Fabaceae), encontra-se no sudeste asiático, principalmente ao longo do Rio Amarelo na China, onde faz parte da dieta de sua população a mais de cinco mil anos, chegando a ser considerada sagrada (EMBRAPA, 2004; CHUNG; SHINGH, 2008).

O registro mais antigo da soja, data de 2.838 a.C. no herbário “PEN TS' AO KANG MU” (BONATO; BONATO, 1987). Os mesmos autores citam sua chegada a Europa no Século XVIII, quando o botânico alemão Engelbert Kaempher, após ter passado no Japão durante os anos de 1691 e 1692, demonstrou aos europeus em 1712, as possibilidades de consumo dessa leguminosa. Entretanto, o primeiro cultivo se deu na França no ano de 1740, e em 1790, na Grã-Bretanha, mas somente a partir de 1930 passou a ser cultivada, devendo-se essa demora ao fato do pouco retorno econômico advindo dessa cultura (PIPER; MORSE, 1923; MICHAELS et al., 2004).

Em 1804, foi relatado o primeiro registro do comportamento dessa cultura no estado da Pensilvânia nos Estados Unidos da América (EUA) (BONATO; BONATO, 1987). Mas foi só a partir da década de 1880, que produtores norte-americanos começaram a despertar o interesse por esse grão (PIPER; MORSE, 1923), ampliando a procura durante a Primeira Grande Guerra (1914 a 1918), buscando recuperar-se dos recessivos períodos entre guerras e, para escoar o excedente de produção, o Governo Americano elaborou leis de incentivo à exportação (MICHAELS et al., 2004).

Dentre essas leis, tem-se a publicação da LP nº 480 (Public Law nº 480 em Inglês) de 1954, com o intuito de intensificar as relações com países amigos, retomar os mecanismos do Plano Marshall, socorrer países em dificuldades e escoar os excedentes agrícolas e, garantindo a exportação do óleo de soja para o Terceiro Mundo, assim como o Acordo Geral de Tarifas e Comercio (GATT – General Agreement Tarifs and Trade em Inglês) suprimindo tarifas alfandegárias e impossibilitando a produção de cereais e oleaginosas em países europeus de forma subsidiada e a exportação de farelo de soja para estes e para a antiga União Soviética (MICHAELS et al., 2004). Os mesmos autores destacam que essas medidas exerceram uma mudança grande no consumo de gordura animal para óleos

vegetais e um aumento na criação e animais de forma intensiva na Europa Ocidental, levando ao completo domínio dos EUA sobre a produção mundial de soja.

Essa pressão Norte Americana, levou a mudanças no consumo inclusive no Brasil, pois a partir dos anos de 1970, com crise mundial do petróleo, houve o encarecimento dos fretes, os EUA decretaram embargos provisórios as exportações, levando os europeus e japoneses a buscarem novos mercados produtores do grão (MICHAELS et al., 2004).

Esse foi o gatilho para o desenvolvimento da soja no Brasil, que inicialmente se deu em áreas cultivadas com café, milho, pastagens e trigo (MICHAELS et al., 2004). Nesse período, o agricultor foi altamente motivado a substituir essas culturas pela soja e a expandir suas áreas exploradas em razão das altas cotações da soja no mercado internacional (BONATO; BONATO, 1987). Sendo uma cultura favorável a mecanização, favoreceu a industrialização em substituição a importação e atraindo o capital estrangeiro e a montagem de uma cadeia industrial voltada a agricultura nacional (MICHAELS et al., 2004). Todos os programas, planos e leis implementados pelo governo brasileiro entre as décadas de 1970 e 2000 deixa clara a função estratégica da soja nacional para o desenvolvimento tecnológico e obtenção de divisas (MICHAELS et al., 2004).

Atualmente, a região Centro-Oeste representa 45,54% da área cultivada com soja no Brasil, na safra 2014/2015, sendo que o Estado de Mato Grosso semeou 14,616 milhões de ha, com uma produção de 28,018 milhões de toneladas, seguido pelo Estado Goiás, com uma área de 3,325 milhões de ha e produção de 8,625 milhões de toneladas, fechando com Mato Grosso do Sul com uma área plantada de 2,3 milhões de ha e uma produção de 7,177 milhões de toneladas, representando o primeiro, quarto e quinto estados nesses itens no país respectivamente (CONAB, 2015).

A introdução da cultura da soja no estado de Mato Grosso se deu no ano agrícola de 1977/78, quando foram cultivados 5.566 hectares e obtida uma produção de 7.269 toneladas no então distrito de Taquari, município de Alto Araguaia, e em apenas sete anos após sua introdução, a produção mato-grossense ultrapassou 1 milhão de toneladas (BONATO; BONATO, 1987; CARVALHO; FERREIRA; BUENO, 2012b).

A primeira referência sobre a soja no Estado de Goiás data de 1950, quando foi plantada em caráter experimental. No entanto, o interesse pela cultura somente

ocorreu em 1963, quando o Departamento de Produção Vegetal forneceu 60 kg de semente da cultivar Aliança Amarela ao Educandário Nilza Risso, em Cristanópolis (BONATO; BONATO, 1987). Até a safra 1973/74, a área cultivada e, conseqüentemente, a produção cresceu, quando foram colhidos 110 hectares e produzidas 99 mil toneladas. Nos dois anos seguintes houve redução da área, voltando a crescer a partir de 1976/77. A redução deveu-se, especialmente ao incentivo dado à cultura do algodão pelo governo estadual goiano. A partir de então, o crescimento da cultura foi contínuo e a produção foi aumentada, não só através da expansão da área, mas também, pela excelente produtividade conseguida no Estado, em vários anos.

As condições climáticas propícias a cultura (Bonato; Bonato, 1987), tornaram o Estado de Goiás o quarto maior produtor e em área plantada de soja do país, no entanto, ocupa a pior colocação em produtividade, com uma redução de mais de 10% da safra 2013/2014 para a safra 2014/2015, atingindo produtividade média de 2.594,0 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

Na região hoje se encontra o estado de Mato Grosso do Sul, os primeiros cultivos de soja se deram no final da década de 1950 realizado por emigrantes da região Sul do Brasil, entretanto, grandes investimentos nesta cultura se deram a partir de 1970, chegando o Estado a ocupar o terceiro lugar nacional como maior produtor de soja (BONATO; BONATO, 1987; CARVALHO; FERREIRA; BUENO, 2012b).

Assim, as boas condições físicas dos solos, que facilitaram as operações com máquinas agrícolas, aliados ao regime pluviométrico altamente favorável e o baixo valor pago pela terra, fizeram o bioma Cerrado no Brasil Central ser responsável por quase 50% da produção nacional de soja (FREITAS, 2011).

Nos últimos anos têm-se registrado um aumento na incidência de insetos-pragas que eram considerados esporádicos ou secundários na cultura, destacando-se os desfolhadores, principalmente as lagartas, como os representantes da subfamília Plusiinae, cujo dano reduz a área foliar das plantas, ocasionando prejuízos na produção (OLIVEIRA, 2014).

2.2. LAGARTA FALSA-MEDIDEIRA *Chrysodeixis includens* Walker, (1858) (Lepidoptera: Noctuidae)

2.2.1. MORFOLOGIA E CICLO BIOLÓGICO

A lagarta da *C. includens* é comumente chamada de falsa-medideira, devido ao seu comportamento de se deslocar como se estivesse medindo palmo, no entanto, diferencia-se das medideiras verdadeiras, pertencente à família Geometridae, por possui dois pares de falsas pernas na parte posterior do abdome ao invés de um, como as verdadeiras (GALLO et al., 2002).

Os ovos são colocados de forma isoladas preferencialmente na face inferior das folhas, são globulares, medindo cerca de 0,5 mm de diâmetro e apresentam coloração creme-clara logo após a oviposição e marrom-clara próximo à eclosão (Figura 2A) (MOSCARDI et al., 2012). O desenvolvimento embrionário se completa em torno de 2,5 dias (PETERSON, 1964).

De acordo com Sosa-Gomes et al. (2014) as lagartas são de coloração verde com linhas longitudinais esbranquiçadas no dorso e pontuações pretas, podendo chegar, ao final do sexto instar, medindo entre 40 e 45 mm de comprimento, e duração de 14 a 20 dias (Figura 1B). Após passar por seis instares larvais transforma-se em pupa na própria folha (ZUCCHI et al., 1993). Sosa-Gomes et al. (2014) destacam a possibilidade de se confundir essa lagarta com a *Rachiplusia nu* Guenée (1852) (Lepidoptera: Noctuidae), de ocorrência mais na região sul do Brasil, no entanto, diferenciando-se de *C. includens* por possuir dois dentes na face interna de sua mandíbula.

Na fase de pupa possui coloração verde (Figura 1C), ocorre sob as folhas da soja, onde a lagarta forma teias dobrando-as, permanecendo nesse local até a emergência do adulto (Figura 1D) (SOSA-GOMES et al., 2014). Segundo Vazquez (1988), o período pupal dura de 7 a 9 dias até a emergência dos adultos.

O adulto de *C. includens* apresenta coloração marrom acinzentada medindo em torno de 35 mm de envergadura, com duas manchas prateadas bem característica nas asas posteriores, sendo que as fêmeas podem viver entre 15 e 18 dias e ovipositar até 600 ovos durante a sua vida (Figura 1E) (GALLO et al., 2002; DU PONT, 2013; SOSA-GOMES et al., 2014).

Figura 2. *Chrysodeixis includens* nas fases de ovo (A), lagarta (B), pupa (C), pupa na folha (D), adulto (E) e sintomas de ataque (F e G).



2.2.2. IMPORTÂNCIA DE *C. includens* PARA A CULTURA DA SOJA

A partir da safra 2002/2003, a lagarta da *C. includens*, se tornou um dos mais sérios problemas fitossanitários da sojicultura no Brasil, devendo-se isso a principalmente ao uso de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow (1914) (Basidiomycota: Urediniomycetes), que também afetam o fungo *N. rileyi*, dentre outros inimigos naturais dessa praga (MORAES et al., 1991; BUENO et al., 2007; SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012).

Segundo Bernardi (2012), esta lagarta possui alta capacidade polifágica, com possibilidade de sobreviver em 73 plantas hospedeiras, pertencentes a 29 famílias

botânicas, no entanto *C. includens* possui preferência e melhor adaptação a soja (KHALSA et al., 1979). Esse fator favorece sua sobrevivência, uma vez que as populações podem se desenvolver simultaneamente em diferentes plantas hospedeiras dentro de uma região ou podem persistir no ambiente em baixa densidade até a fêmea encontrar um hospedeiro capaz de sustentar o desenvolvimento das lagartas (MOSCARDI et al., 2012).

O início da alimentação se dá pelo centro da folha, formando orifício de forma circular, podendo consumir entre 150 e 180 cm² de área foliar, consumindo apenas o parênquima e deixando as nervuras e pecíolos, resultando no aspecto de rendilhado, semelhante a trabalhos em rendas à cultura, levando a desfolha que se inicia pelas folhas mais velhas (Figura 2 F e G) (GALLO et al., 2002; BUENO et al., 2011; DU PONT, 2013; SOSA-GOMES et al., 2014). Os mesmos autores destacam ainda que seu controle é dificultado por sua localização, o terço médio da planta.

Em estágios iniciais, a lagarta possui preferência por folhas mais tenras do terço inferior da planta de soja, se alimentando daquelas com pequena quantidade de fibra (KOGAN; COPE, 1974) e com o passar do tempo ficam menos exigentes, alimentando-se de folhas mais fibrosas (BERNARDI, 2012). Até o terceiro instar, as lagartas deixam intactas regiões da epiderme; entretanto, a partir do quarto instar, consomem grandes áreas, mantendo, porém, íntegras as nervuras principais, o que confere um aspecto rendilhado característico às folhas atacadas, diferente do dano causado por outros desfolhadores (HERZOG, 1980). Também pode atacar flores gerando seu abortamento e conseqüentemente perdas de produtividade (DEGRANDE; VIVIAN, 2007).

Os surtos de *C. includens* parecem ser maiores em sistemas agrícolas onde a soja e o algodão são cultivados próximos (BERNARDI, 2012). Este autor destaca estudos realizados em Louisiana (EUA) constataram um aumento na longevidade, oviposição e frequência de cópulas, quando foi fornecido o néctar das flores de algodoeiro para adultos de *C. includens*.

No Brasil, surtos de *C. includens* são detectados com frequência no oeste da Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, mas faltam muitas informações sobre a mobilidade desta espécie nas condições tropicais, plantas hospedeiras e locais que *C. includens* habita durante a entressafra da soja, como detalhado anteriormente para esta espécie no hemisfério norte (MOSCARDI et al., 2012). Nos últimos anos, a lagarta falsa-medideira, tem se

tornado um sério problema fitossanitário na cultura da soja, com vários surtos ocorrendo isolados ou associados à lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner (1918) (Lepidoptera: Noctuidae) (BERNARDI, 2012).

3. PRINCIPAIS FORMAS DE CONTROLE

Entre as principais formas de controle da *C. includens* estão o controle químico, biológico e resistência de Plantas.

3.1. CONTROLE QUÍMICO

O inseticida é o produto mais utilizado no Brasil como método de controle das lagartas da soja, incluindo *C. includes*, o que têm gerando um grande impacto tanto ao custo de produção quanto ao meio ambiente, e sem necessariamente alcançar os propósitos desejados (ALEXANDRE, 2010). Outro inconveniente ao uso desse método corresponde a seleção de populações de insetos-praga resistentes às moléculas químicas recomendadas, principalmente devido ao seu mau uso por parte do produtor que utiliza subdosagens ou não rotacionam os princípios ativos dos inseticidas levando a seleção de indivíduos resistentes em um curto espaço de tempo (GALLO et al., 2002; BUENO et al., 2012a). O controle de *C. includens* pode ser realizado através da pulverização foliar de inseticidas e para ser considerado eficiente, um inseticida deve alcançar, no mínimo, 80% de eficiência no controle de uma praga (TOMQUELSKI; MARTINS, 2007).

Os primeiros casos de resistência de *C. includens* a piretróides foram documentados por Leonard et al. (1990), após 7 a 8 anos de utilização destes produtos, na Louisiana (FELLAND et al., 1990; LEONARD et al., 1990).

A associação do inseticida piretróide lambdacyhalotrina ao neonicotinóide thiamethoxam (Engeo Maxx) nas dosagens de 75, 100 e 125 ml p.c./ha permitiu um maior espectro de ação, a atuação em diferentes sítios toxicológicos das lagartas, apresentando taxas de controle de 90, 95 e 94%, respectivamente (ALBUQUERQUE et al., 2003).

Martins e Tomquelski (2015) realizaram testes a campo com dois princípios ativos de benzoiluréias, lufenuron e teflubenzuron, e o inseticida Flubendiamida, nas doses de 12 e 14,4 gramas de ingrediente ativo (g.i.a) por hectare, para lagartas grandes (>1,5 cm) e pequenas (<1,5 cm) de *C. includes*. Obtiveram 86% de eficiência decorridos dois dias da aplicação promovido pela dosagem de 14,4 g.i.a ha⁻¹ para lagartas pequenas; 83 e 84% para lagartas grandes decorridos quatro e sete dias da aplicação. No entanto, a partir do quarto dia, para lagartas pequenas, e

a partir do sétimo dia para lagartas grandes, essa eficiência caiu para abaixo de 80%. A dose de 12 e 14,4 g.i.a ha⁻¹ não atingiu a eficiência mínima referida (70% de eficiência), exigindo reaplicação do produto. As duas benzoiluréias não foram eficientes no controle de *C. includes*.

Todos os agrotóxicos penetram em maior ou menor quantidade nos tecidos das plantas, principalmente se estão associados a certos tenso-ativos, sejam minerais e, com mais forte razão, orgânicos, sejam fungicidas, inseticidas ou acaricidas, e, portanto, agem sobre seu metabolismo (CHABOUSSOU, 2006). Esse mesmo autor elucida que a utilização de diversos hormônios, de herbicidas e o emprego dos adubos foliares bastaria para mostrar que os tecidos vegetais deixam se penetrar por diversos produtos ditos fitossanitários.

No que diz respeito à penetração dos agrotóxicos nas folhas, a cutícula e as paredes contem inúmeros compostos lipídicos que facilitam a absorção dos compostos lipossolúveis (CHABOUSSOU, 2006), sendo essa afinidade do agrotóxico, pelos corpos graxos de um lado, e pela água, por outro, que vai condicionar sua penetração no organismo animal ou vegetal. As etapas dessa penetração consiste em antes atravessar uma primeira barreira essencialmente lipídica, representada pela cutícula serosa dos vegetais, e tegumento dos insetos e animais superiores, o que se deve a sua solubilidade nos lipídios, prosseguindo à fase aquosa, que o veiculará até seu local de ação, sendo necessária uma certa hidrossolubilidade por parte do agrotóxico, constituindo o meio vivo ao nível celular, como ao nível dos transportadores celulares (seiva, linfa, sangue), chamado de coeficiente de separação entre o óleo e a água que condicionará seu transporte do meio exterior até seu local de ação (COLLECTIF, 1979).

Diversos estudos mostram que os agrotóxicos apresentam uma ação sobre os principais processos fisiológicos, como respiração, transpiração e fotossíntese (CHABOUSSOU, 2006). Esse mesmo autor conclui que, por sua ação sobre os processos antagonistas de proteossíntese e de proteólise, os agrotóxicos são capazes de modificar, de uma maneira mais ou menos acentuada e mais prolongada, a relação entre as substâncias nitrogenadas e os glicídios, por sua ação sobre os processos antagonistas de proteossíntese e proteólise. O mesmo processo ocorre envolvendo as relações entre as diferentes formas de nitrogênio, ou seja, os critérios do nível de proteossíntese, correlacionados ao processo de resistência.

Por seus efeitos indiretos e nutricionais, estes processos parecem explicar os efeitos pejorativos e também, benéficos dos agrotóxicos, até agora utilizados sob um ângulo totalmente diferente do estímulo da resistência da planta contra seus parasitas (CHABOUSSOU, 2006). Cabendo estudar os efeitos sobre o metabolismo vegetal de cada nova molécula de agrotóxico lançada no mercado.

3.2. MÉTODO DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS

Esse método é o ideal no que concerne ao controle de pragas, uma vez que é compatível com os demais métodos de controle sem impactos ao meio ambiente e ao custo de produção. Uma planta resistente pode ser definida como aquela que, devido a sua constituição genotípica, torna-se menos danificada que outras em condições de igualdade para o ataque de pragas possibilitando a minimização do uso de inseticidas químicos, refletindo na redução de custos de produção e de riscos de impacto ambiental negativo (HILL; LI; HARTMAN, 2003). Compreende o uso de plantas tolerantes ou resistentes ao ataque de pragas ou até mesmo o uso de organismos geneticamente modificados (OMGs) onde são incorporados sequencia genéticas de outros organismos, conferindo modificações fisiológicas ou estruturais visando impedir o eliminar os insetos-praga (GALLO et al., 2002).

O uso de genótipos resistentes apresenta potencial de controle de insetos e é apontado como método desejável em programas de MIP (TURNIPSEED; KOGAN, 1976). A resistência de plantas é constatada quando na relação inseto-planta, há a ocorrência de uma ou mais das três categorias: não-preferência (antixenose), antibiose ou tolerância, sendo que esses fenômenos podem envolver alterações comportamentais ou biológicas do inseto e, em outros casos, uma reação da própria planta que em nada afeta o inseto (LARA, 1991; VENDRAMIM; GUZZO, 2009).

Beach, Todd e Baker (1985) relataram diferentes níveis de antibiose a *C. includens* em quatro genótipos de soja. Os autores observaram redução na alimentação larval, alta mortalidade, baixo peso de pupas e menor número de ovos depositados. O genótipo com o maior nível de antibiose foi GATIR 81-327. Níveis de resistência inferiores também foram observados em GATIR 81-306, 81-26 e GATIR PI 423968. A ocorrência de níveis de antibiose também foi verificada sobre *C. includens* confinadas aos genótipos de soja T83-5408, G81-296, e N85-214. Nesses

materiais a média de desenvolvimento larval foi de 16,9 dias (PORTILLO; PITRE, 1992).

Schilick-Souza (2003) testando vários genótipos de soja concluiu que os genótipos “IAC 17” e o “IAC 24” expressam resistência do tipo antibiose sobre *C. includens* e os genótipo ‘IAC 100’, D 75-10169, PI 171451, ‘IAC 17’, ‘IAC 23’ e ‘IAC 24’ apresentam resistência do tipo não-preferência para alimentação desta espécie de lagarta.

As plantas transgênicas possuem a resistência do tipo antibiose. As principais modificações genéticas vêm da transferência dos genes *cry* da bactéria *B. thuringiensis*, para o genoma da soja, para produzir na planta a proteína cristal dessa bactéria nas folhas da mesma (WHITELEY, 1989; HABIB; ANDRADE, 1998). A Soja Intacta RR2 PRO® (evento MON87701 x MON89788) lançada pela Monsanto Company.

Foi aprovada em 2010 pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, foi a primeira soja transgênica resistente a diversos tipos de lagartas, conferida por uma proteína Bt (*Cry1Ac*) (BOIÇA JÚNIOR et al., 2015), como *A. gemmatilis*, *Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu*, lagarta das maçãs *Heliothis virescens* Fabricius (1781) (Lepidoptera: Noctuidae) e broca das axilas ou broca dos ponteiros *Crociosema aporema* Walsingham (1914) (Lepidoptera: Tortricidae), além de supressão às lagartas do tipo Elasmomo como *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (1848) (Lepidoptera: Pyralidae) e Helicoverpa, como a *H. zea* Boddie (1850) e a *H. armigera* Hübner (1809) (Lepidoptera: Noctuidae) (SILVA, 2013).

Embora plantas transgênicas ofereçam muitas oportunidades para o manejo da população de insetos praga, elas também apresentam novos desafios, sendo um dos principais a evolução de resistência do inseto à toxina ou inibidor. Esta área de estudo representa uma grande ferramenta para o controle de importantes insetos e aliada ao desenvolvimento de novos genótipos resistentes nos programas de melhoramento contribuirão sobremaneira no manejo de pragas (HILL; LI; HARTMAN, 2003).

3.3. CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico consiste de um fenômeno natural onde a regulação do número de plantas e animais é realizada por inimigos naturais, constituídos por

agentes de mortalidade biótica, pré supondo-se que todo organismo vivo possui um inimigo natural atuando em seus vários estágios de desenvolvimento, destacando-se como o alicerce dos programas de controle de pragas sendo um dos responsáveis pela mortalidade natural nos agroecossistemas (GALLO et al., 2002).

Ainda de acordo com Gallo et al. (2002), para o MIP o controle biológico consiste na utilização de parasitoides, predadores e entomopatógenos em três procedimentos básicos para a utilização dessa importante ferramenta consistem na introdução, conservação e multiplicação que representam um dos tipos de controle biológico respectivamente:

- Clássico: consistindo da importação e liberação de inimigos naturais para o controle de pragas exóticas ou nativas de forma inoculativa;
- Natural: consiste na utilização da população de inimigos naturais nativas, preservando e até aumentando seu número por meio de técnicas de manipulação do ambiente e preservando seus habitats por meio do uso de inseticidas seletivos e etc;
- Aplicado: consiste da produção massal em laboratório e posterior utilização de forma inundativa visando a rápida redução da população de pragas para o seu nível de equilíbrio. É semelhante ao controle químico.
-

3.3.1. CONTROLE COM ENTOMÓFAGOS

A liberação de parasitoides tem sido uma tática de controle bastante promissora para o controle de lagartas, sendo compostos principalmente por dípteros e himenópteros, estimando-se que ajam em torno de 200 mil espécies somente nessas duas ordens, e que matam o hospedeiro exigindo somente um indivíduo para completar seu desenvolvimento, podendo parasitoidar ovos, larvas ou adultos (BUENO et al., 2012b). Os adultos possuem vida livre (GALLO et al., 2002).

Uma das espécies de parasitoides de ovos de lepidópteros de ocorrência natural mais comum na cultura da soja é *Trichogramma pretiosum* Riley (1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (FOERSTERL; AVANCI, 1999; GOUVÊA et al., 2009). Tem demonstrado elevado potencial de controle para espécies como *C. includens* e *A. gemmatalis* (Bueno et al., 2009) e recomendado por diversos estudos, porém em condições de campo ainda precisa de maiores pesquisas para avaliar a sua eficiência (PARRA & ZUCCHI, 2004). Maruyama et al. (2001), alcançou 50% de

parasitismo médio e em alguns casos, chegou a 100% de mortalidade com o parasitoide *Copidosoma truncatellus* Dalman (1820) (Hymenoptera: Encyrtidae) sobre lagarta de *C. includens*, a campo, resultado crescente de uma safra para outra 1991/1992 para 1992/1993.

Predadores são compostos principalmente por coleópteros, hemípteros, himenópteros e aracnídeos, sendo somente na Classe Insecta 22 ordens (BUENO et al., 2012b) os quais são organismos de vida livre e normalmente, maiores do que as presas e utilizando-se de mais de um indivíduo para completar seu ciclo de vida (GALLO et al., 2002).

O predador *Podisus nigrispinus* Dallas (1851) (Hemiptera: Pentatomidae) preda principalmente lagartas de *A. gemmatilis* (CORRÊA-FERREIRA, 1980; SAINI et al., 1997), *R. nu* (MORAES et al., 1991; SAINI et al., 1997), *C. includes* (MORAES et al., 1991) e o complexo de espécies de lagartas das vagens do gênero *Spodoptera* (SAINI, 1994), além de outros pequenos insetos de diferentes espécies. Apesar da importância de *Podisus* sp. no controle biológico na cultura da soja e da existência de diversos trabalhos sobre técnicas para sua criação massal, em laboratório (ZANUNCIO et al., 1992; TORRES et al., 2006), existem poucas informações sobre o uso aplicado desse agente de controle biológico na cultura da soja no Brasil.

3.3.2. CONTROLE COM ENTOMOPATÓGENOS

Os entomopatógenos são micro-organismos que atacam os insetos causando-lhes doenças letais ou crônicas (BUENO et al., 2012b). Vários são os tipos de agentes microbianos patogênicos aos insetos como fungos, como os gêneros *Metarhizium*, *Beauveria*, *Verticillium*, *Nomuraea* e etc; bactérias, principalmente do gênero *Bacillus*; vírus, destacando-se os Nucleopoliedrovírus além dos menos comuns comercialmente como protozoários, nematoides e microsporídios (ALVES 1998).

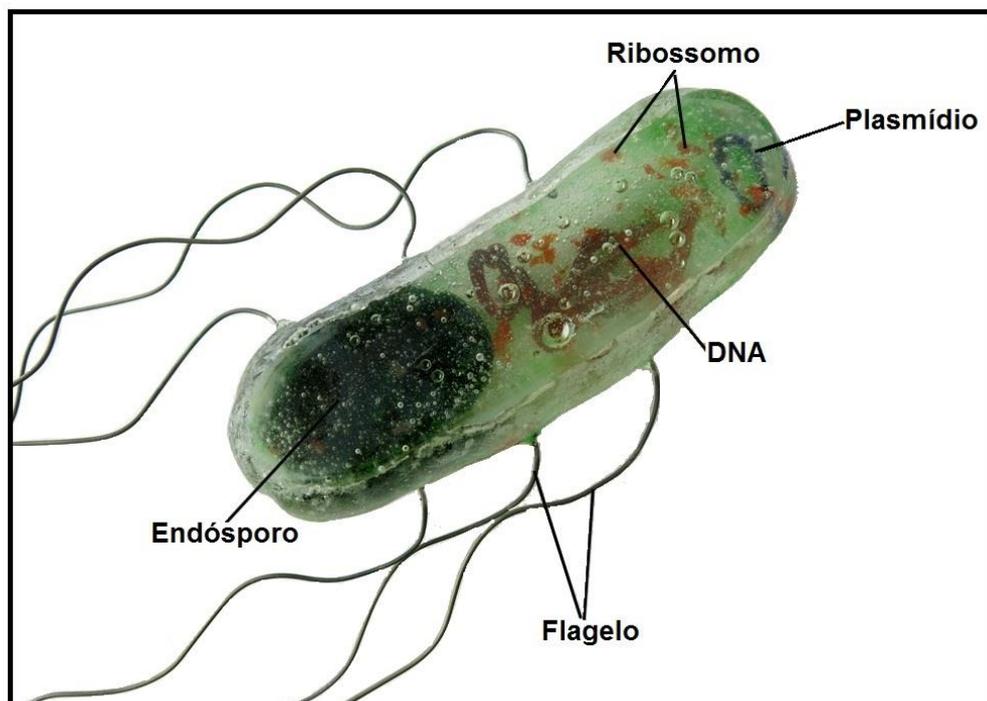
As espécies de fungos entomopatogênicos mais comuns e importantes na cultura da soja controlando o complexo de lagartas são *N. rileyi*, *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) Remaud & S. Keller (1980) (Entomophthorales: Neozygitaceae), *Isaria fumosorosea* Wize (1904) (Hypocreales: Cordycipitaceae), *I. tenuipes* Peck (1879) (Hypocreales: Cordycipitaceae) = *Paecilomyces tenuipes* (Peck) Samson

(1974) (Eurotiales: Trichocomaceae), *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin (1912) (Hypocreales: Cordycipitaceae) e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (1883) (Hypocreales: Cordycipitaceae) (SOSA-GÓMEZ et al., 2010), destacando-se *N. rileyi* que é conhecido como agente de controle natural de lepidópteros-praga de diversas culturas de importância econômica.

3.3.3. *Bacillus thuringiensis* Berliner (1915) (Eubacteriales: Bacillaceae).

O gênero *Bacillus* pertence a um grupo de bactérias que possui forma de bastonete, e que produzem endósporos, toxinas e enzimas patogênicas a insetos, o que as tornam essenciais em um programa de MIP (Figura 3) (HABIB; ANDRADE, 1998). Alguns sorovares tem ação entomopatogênica, destacando-se *Bacillus thuringiensis* (Bt) e *Bacillus sphaericus* Meyer e Neide (1904) (Eubacteriales: Bacillaceae) (VALICENTE, 2009).

Figura 3. Bactéria *Bacillus thuringiensis*.



De ocorrência natural, *B. thuringiensis* pode ser encontrado nas folhas, entretanto, pode ser comumente encontrada no solo, água, insetos mortos e ambientes onde grãos são armazenados. Possui características esporulantes, gram-positiva, aeróbica ou facultativamente anaeróbica, crescendo na faixa entre 10 a 45

°C. Formam esporos entre elípticos e cilíndricos, centralizados, esporângio não estendido nitidamente, sendo a célula bacteriana um bastonete com 1 a 1,2 por 3 a 4 µm em geral móvel e produzem enzimas que degradam tirosina, hidrolisa amido e caseína (HABIB & ANDRADE, 1998).

É uma bactéria quimioheterotrófica que em condições adversas produz um esporo elipsoidal localizado na região central da célula (ARANTES et al., 2002). No meio ambiente a sua ocorrência epizoótica é relativamente baixa, acredita-se em uma possível simbiose entre a bactéria e o vegetal (ARONSON; SHAI, 2001). Fato que reforça tal hipótese é a ocorrência da mesma com a presença ou não de um hospedeiro (BELTRÃO, 2006).

3.3.3.1. δ -endotoxinas

No processo de esporulação, são produzidas inclusões proteicas cristalinas, compostas por proteínas denominadas endotoxinas, que promovem uma parada alimentar em poucas horas, levando a morte das lagartas infectadas entre 2 e 4 dias após a infecção (BUENO et al., 2012b). A formação do cristal é regulada pela presença de plasmídios e pela deposição da pró-toxina 7 na parede do esporo, nomeada δ -endotoxinas, por conter mais de uma toxina, sendo um agregado de moléculas em formato bipiramidal, ovoide, cuboide ou sem forma definida, peso molecular entre 26 e 140 Kdaltons, variando em tamanho, forma e números nos diferentes serótipos de *B. thuringiensis*, localizando-se, na maior parte dos casos, fora do exósporo (HABIB; ANDRADE, 1998).

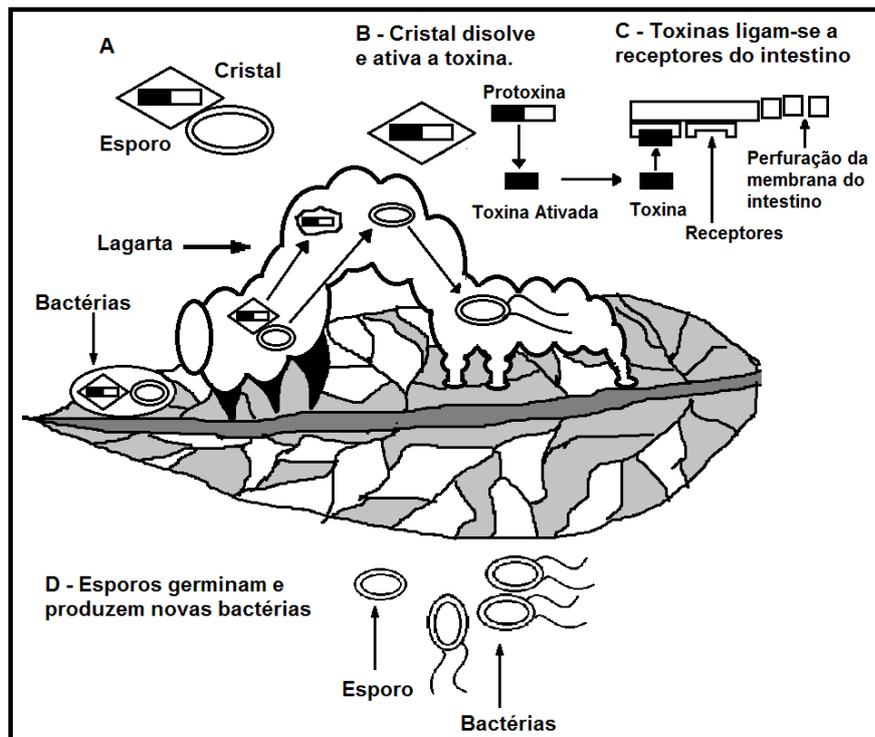
Vários genes chamados *cry* estão relacionados a produção das δ -endotoxinas, separados em quatro grupos, sendo as *cry I* associados a patogenicidades em Lepidópteros, *cry II* em Lepidópteros e Dípteros, *cry III* a Coleópteros e *cry IV* a Dípteros (HÖFTE; WHITELEY, 1989; HABIB; ANDRADE, 1998). Outras duas categorias foram acrescentadas por Feitelson (1992) aos grupos acima, *cry V* e *cry IV*, ativas contra nematoides. Desde então, vários outros grupos vêm sendo descobertos.

O cristal proteico em si não apresenta ação tóxica, sendo necessário a sua dissolução em meio alcalino, pH acima de 8, para que enzimas tóxicas aos insetos surjam, o que explica porque somente insetos com pH intestinal alcalino são suscetíveis a esse patógeno (HABIB; ANDRADE, 1998). Os mesmos autores

afirmam que o modo de ação da δ -endotoxinas é citolítico, agindo inicialmente sobre o epitélio intestinal médio levando a um desequilíbrio osmótico que resulta na parada alimentar e posteriormente, paralisia do intestino.

Em lepidópteros, as proteases do suco intestinal aliadas a enzimas do próprio bacilo solubilizam as proteínas do cristal, dando origem a toxina que se liga aos receptores glicoproteicos presentes nas microvilosidades das células epiteliais responsáveis pela absorção dos nutrientes (Figura 4) (GAWRON-BURKE et al., 1990; GARCZYNSKI; ADANG, 1995; LUO; ADANG, 1995, SCHWARTZ et al., 1995).

Figura 4. Esquemática da relação patógeno-hospedeiro.



Os produtos formulados a partir desta bactéria apresentam uma baixa persistência no ambiente o que, do ponto de vista ecológico, é muito vantajoso. São extremamente raros os casos de *B. thuringiensis* causando doenças em seres humanos fato também observado com os inimigos naturais (GLARE; O'CALLAGHAN, 2000). A bactéria *B. thuringiensis* possui grande potencial biotecnológico que é comumente utilizado no controle de pragas em culturas agrícolas e florestais através de formulações de bioinseticidas ou também com a utilização de seus genes incorporados ao genoma de plantas cultivadas, conhecidas como plantas-Bt (FIUZA, 2010).

3.3.3.2. β -endotoxinas ou thuringiensina

O termo β -endotoxinas foi sugerido por Heimpel (1967), entretanto, foi considerado inadequado devido a sua estrutura química, sendo análoga ao Adenosina Trifosfato (ATP), composta de adenina, ribose e fósforo na proporção de 1:1:1. Essa molécula impede a síntese de RNA através da inibição de nucleotidases, nas células injuriadas e causando má formação, visíveis especialmente após ecdises e mudanças de fases de pupa para adultos (DE BARJAC; DEDONDER, 1965; SEBESTA et al., 1969; KIM et al., 1972; HABIB; ANDRADE, 1998).

Devido a thuringiensina ser efetiva contra moscas e não ser degradada no intestino de bovinos e aves, foi sugerida para o controle de dípteros que se proliferam em suas fezes (HABIB; ANDRADE, 1998). Entretanto, seu efeito teratogênico e a possível mutagenicidade levaram a proibição de sua produção por autoridades norte-americanas e canadenses (Burges, 1975) sendo que as linhagens do serótipo HD-1 (var. *thuringiensis*) são as que produzem essa substância em maior quantidade em relação as demais (SEBESTA et al., 1967).

A gama de insetos suscetíveis a essa toxina é maior que à δ -endotoxinas produzidas pela mesma bactéria, compreendendo espécies das ordens de Lepidópteros, Dípteros, Coleópteros, Himenópteros, Isópteros e Ortópteros (HABIB; ANDRADE, 1998).

3.3.3.3. Endósporo

Proteína presente na parede do endósporo, química e sorologicamente semelhante a proteína do cristal, e mesmo quantitativamente menor que essa, também apresenta efeitos tóxicos sobre lepidópteros, no entanto, seu efeito é mascarado pela δ -endotoxinas devido as suas semelhanças no modo de ação (Figura 3) (BURGES et al., 1976; HABIB; ANDRADE, 1998).

3.3.3.4. α -exotoxina

Essa toxina é solúvel em água, exigindo um intervalo de pH entre 6,6 e 7,4, termolábil e tóxica a insetos (Habib; Andrade, 1998) foi descrita e denominada por Toumanoff (1952) como sendo uma Lecitinase-C. Uma toxina semelhante, foi

identificada por Krieg (1971), mas tóxica a camundongos e a larvas de *Plutella xylostella* quando ingeridas por estes.

3.3.3.5. Proteínas VIP (“Vegetative Insecticidal Proteins”)

As proteínas VIP são produzidas e secretadas pelas células bacterianas durante a fase vegetativa e não formam inclusões cristalinas; por esse motivo, e também por não apresentarem homologia de sequência ou estrutural, foram excluídas da nomenclatura das proteínas Cry (CRIALESI-LEGORI et al., 2014). As toxinas Vip3 atuam no controle de lepidópteros e para se tornarem ativas, devem sofrer a clivagem de 199 aminoácidos na região N-terminal (LEE et al., 2003).

3.3.3.6. Sintomatologia

Em Lepidópteros, os sintomas de infecção por *B. thuringiensis* não costuma variar, sendo a perda de apetite e o abandono do alimento os primeiros sinais da patologia, seguindo posteriormente, a regurgitação e a diarreia, sinais do efeito da δ -endotoxina no epitélio intestinal. A colonização da hemolinfa leva a perda do brilho tegumentar, o qual adquire uma coloração fosca progredido para perda de agilidade e o tegumento torna-se marrom-escuro. Nos estágios mais avançados da doença, as lagartas não respondem mais ao toque, tornando-se flácidas e imóveis. A morte ocorre entre 18 e 72 horas, adquirindo coloração enegrecida e iniciando rapidamente a deterioração dos tecidos, porém sem romper o tegumento (HABIB; ANDRADE, 1998). Os mesmos autores destacam que é comum à várias espécies encontrar alimento mal digerido em partes de seu intestino, revelando disfunção e paralisia intestinal, e que algumas espécies sofrem paralisia geral antes do óbito.

3.3.3.7. Eficiência de *B. thuringiensis* sobre Lepidópteros

Polanczyk et al. (2000) analisando duas subespécies de Bt, *B. thuringiensis thuringiensis* cepa 4412 e *B. thuringiensis aizawai* cepa HD68, sobre lagartas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda* Smith e Abbot (1797) (Lepidoptera: Noctuidae), obtiveram mortalidade de 80,4 e 100%, respectivamente.

Pereira et al. (2009), obtiveram mortalidade superior a 80% para lagartas de primeiro e terceiro instar de *Spodoptera eridania* Cramer (1784) (Lepidoptera: Noctuidae) após 60 horas, e superior a 90% após 84 horas. Esse experimento foi realizado em laboratório testando três doses, 500, 750 e 1000 mL ha⁻¹ de *B. thuringiensis aizawai* e 200, 400 e 600 g ha⁻¹ de *B. thuringiensis kurstaki*, entretanto, com doses superiores as testadas no presente experimento.

Esses dados corroboram com os encontrados por Bernardes; Polanczyk (2011), que analisaram 24 cepas de *B. thuringiensis* em laboratório, obtiveram mortalidade superior a 90% com seis delas, entre elas *B. thuringiensis* var. *kurstaki* cepa HD-1, sobre *A. gemmatalis*.

3.3.4. *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson 1974 (Ascomycota: Clavicipitaceae)

O fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* é conhecido como agente de controle biológico de lepidópteros-praga de diversas culturas, sendo que 90% dos hospedeiros desse micro-organismo pertencem a essa ordem, além de ocorrer também, em coleópteros e ortópteros num total de aproximadamente 32 espécies de insetos (Figura 5) (ALVES, 1998). Existem cerca de 30 espécies de lepidópteros já registrados como suscetíveis a este micro-organismo, com epizootias em lagartas que atacam várias culturas, pastagens e plantas daninhas (IGNOFFO et al., 1976). Segundo Corrêa e Smith (1975) as lagartas da família Noctuidae estão entre as mais suscetíveis a este patógeno e, sob certas condições ambientais, este fungo é capaz de reduzir drasticamente populações destes insetos. A ocorrência frequente e os altos índices de controle natural obtidos com *N. rileyi* sugerem a consideração deste como um componente importante dentro do MIP.

O ciclo de vida da *N. rileyi* envolve uma fase leveduriforme, semelhante a cultura de bactérias, com duração variável em função do meio nutritivo, e tornando-se lentamente em micélio esporulante (ALVES, 1998). O mesmo autor relata que este fungo tem preferência por alta umidade relativa do ar, entre 60 e 100%, e temperatura elevada, em torno de 26° C, condições na qual apresenta melhor desenvolvimento. Entretanto, a conidiogênese pode ser afetada por umidade relativa abaixo de 70%, permanecendo os cadáveres dos insetos brancos e não esporulando (Figura 6).

Figura 5. *Nomuraea rileyi*: (A-B) conidióforos tendo métulas, fiálides e conídios (C) conídios.

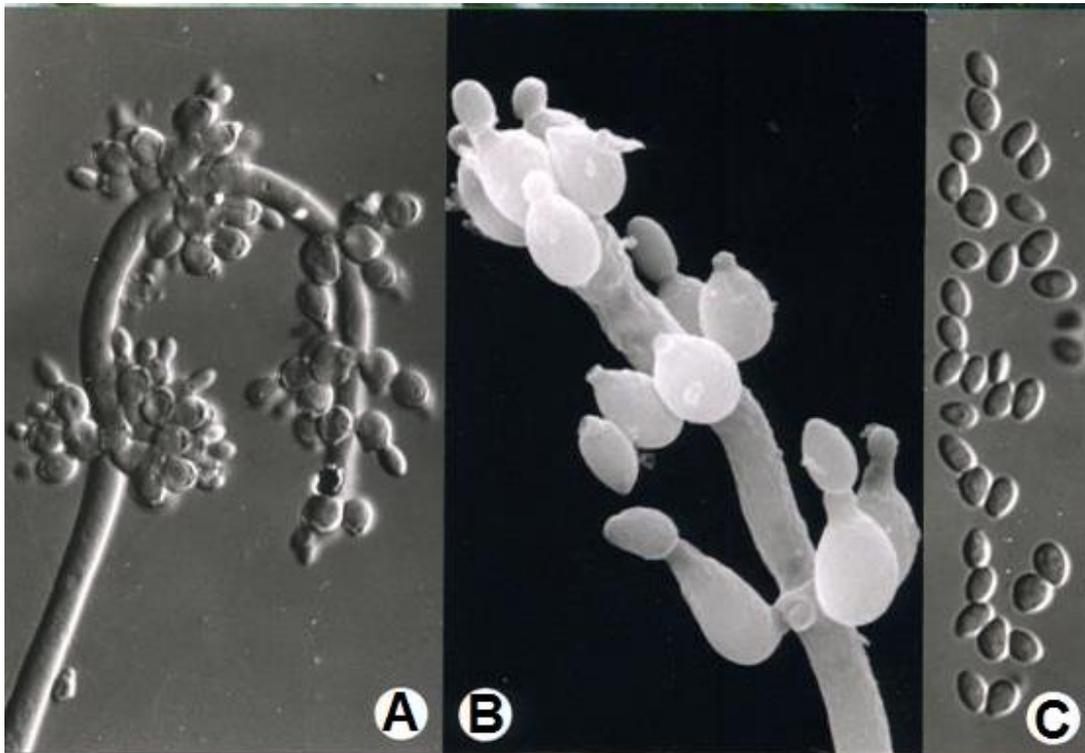
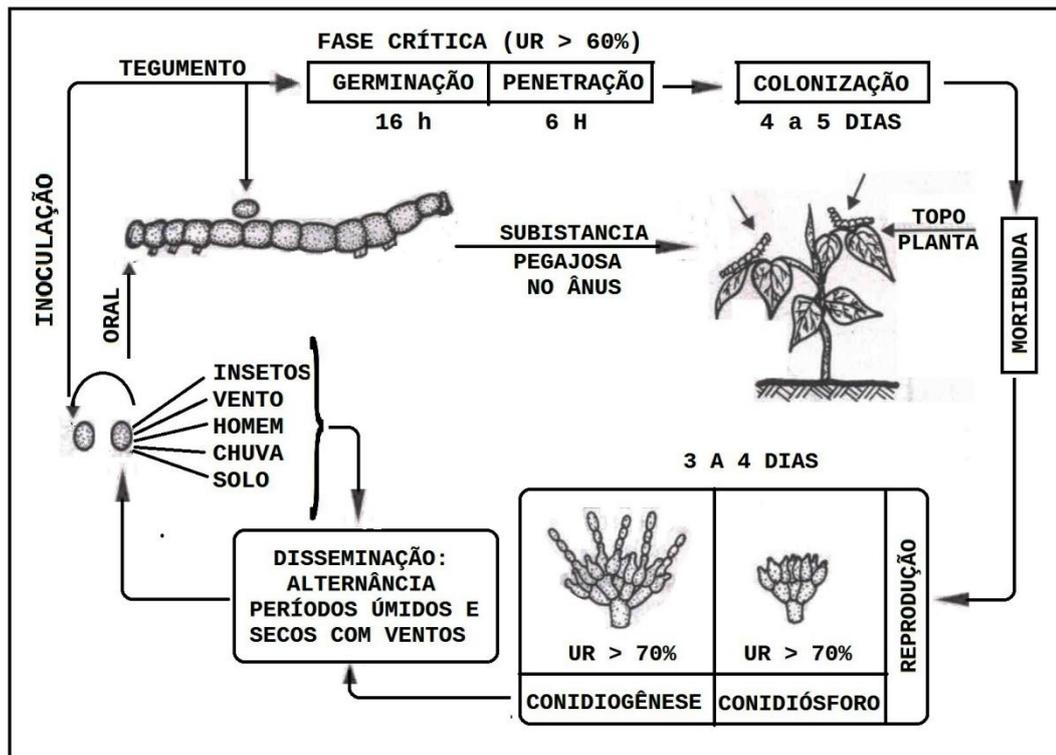
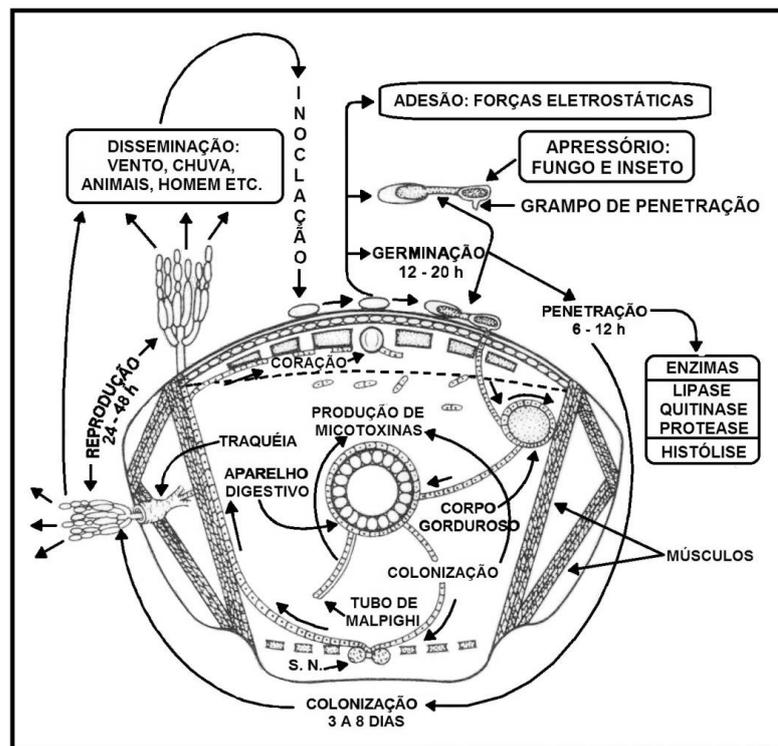


Figura 6. Ciclo de *N. rileyi* sobre a lagarta (Adaptado de Alves, 1998).



A penetração do fungo *N. rileyi* ocorre via tegumento mediante pressão mecânica e ativação enzimática proveniente da secreção de proteases, quitinase e lipase, levando até dois dias para invadir o inseto ou também podem ocorrer pela ingestão como já foi observado em *A. gemmatilis* (ALVES; PEREIRA, 1998; ALVES, 1998). Conforme exposto por Sujii et al. (2002), o tempo entre a exposição da lagarta ao fungo e a formação de micélio na superfície do cadáver varia de quatro a seis dias, considerando o tamanho da lagarta. A partir desse ponto, a formação de conídios se inicia entre um e quatro dias e se prolonga por até seis dias, quando ocorre o máximo da esporulação. A ocorrência de umidade relativa do ar acima de 80% por mais de 16 horas por dia, em dias consecutivos, favorece o início do processo de esporulação e a produção de mais conídios (Figura 7).

Figura 7. Etapas do ciclo das relações patógeno-hospedeiro (ALVES 1998).



A radiação solar é um dos principais fatores ao desenvolvimento do *N. rileyi*, sendo que, sobre as folhas, a viabilidade dos conídios não ultrapassa o período de 15 dias, ao passo que no solo, essa viabilidade pode chegar a 80 dias e sobre cadáveres de insetos no solo, esse período pode se estender até a próxima safra na forma de outras estruturas de resistências como clamidósporos, corpos de repouso ou hifas especiais, podendo se tornar o inóculo inicial de um novo foco dessa doença, tornando fundamental o uso de defensivos seletivos no manejo da lavoura

no intuito de proteger este patógeno (ALVES, 1998). O mesmo autor destaca também observações de que veranicos (períodos de estiagem durante a safra) podem favorecer sua disseminação pelo vento, pois a alternância entre períodos de seca e chuva são necessários à distribuição de seus conídios em especial na fase pré-epizoótica.

Nas culturas de soja do centro-sul do Brasil, *N. rileyi* pode causar epizootias em populações de *A. gemmatalis* (FARIA et al., 1993). Porém, a ocorrência de períodos de baixa precipitação nos meses de janeiro e fevereiro pode impedir que este fenômeno se desenvolva a tempo de evitar que as populações desta praga atinjam o nível de dano econômico (TIGANO-MILANI et al., 1995).

O fungo *N. rileyi* pode ser utilizado como um inseticida biológico, em muitas regiões do mundo tendo importância comercial e grande potencial de controle (SUWANNAKUT et al., 2005), principalmente quando aplicado sobre os primeiros instares larvais da lagarta *A. gemmatalis*, sendo observada uma média de 80% de mortalidade nos primeiros três dias após sua aplicação (IGNOFFO et al., 1976). Estudos realizado por Correia e Smith (1975) e Galileo et al. (1977) para esse entomopatógeno, obtiveram 94 e 82%, respectivamente, de mortalidade para *A. gemmatalis*, em campo. Resultados superiores a 80% de mortalidade para lagartas de terceiro instar de *A. gemmatalis* foram obtidos por Onofre et al. (2002), testando três concentrações de um peptídeo, NR-tox₁, produzido pelo fungo *N. rileyi* isolado SA-86101 demonstrando o poder toxicológico desse entomopatógeno.

Foram relatadas epizootias em lagartas nas culturas de algodão e soja, frequentemente em populações de campo por todo o país (COSTA et al.; 2015) e segundo Lima et al. (2015) inclusive *Spodoptera cosmioides* Walker (1858) (Lepidoptera: Noctuidae) na região de Chapadão do Sul-MS na safra 2014/2015. Pesquisas realizadas por Alves et al. (2008) verificaram a eficiência de controle do *N. rileyi*, controlando 75 a 85% de *S. frugiperda*.

Recentemente foi realizado trabalho na Índia por Chaudhari et al. (2015) testando a eficiência de *N. rileyi* em *Spodoptera litura* Fabricius (1775) (Lepidoptera: Noctuidae) verificaram resultados de até 82% de mortalidade em diferentes instares larvais. Resultados superiores a 70% de mortalidade foram obtidos por Patil et al. (2014), para lagartas de primeiro instar de *S. litura* usando concentração de $1,2 \times 10^6$ conídios mL⁻¹, após sete dias da aplicação. Aos oito dias após a pulverização foi obtida 85% de mortalidade para lagartas de primeiro e segundo instares. Para o

terceiro instar, foram necessários oito dias para promover 70% de mortalidade, enquanto que para lagartas de quarto e quinto instares o máximo de mortalidade observado foi de 50% decorridos nove dias da aplicação, mostrando uma redução da patogenicidade com o desenvolvimento das lagartas.

Puttler et al. (1976) trabalharam com o fungo *N. rileyi*, e obtiveram 82% de mortalidade trabalhando com *Spodoptera exigua* Hübner (1808) (Lepidoptera: Noctuidae). No entanto, para *T. ni* a mortalidade verificada alcançou apenas 52%, em condições de laboratório. Ignoffo (1981) observou 67% de mortalidade de *T. ni* a campo; entretanto, observou também redução na capacidade reprodutiva dos adultos, o que pode facilitar seu controle com outras medidas baseadas em MIP. Alves et al. (1978) obtiveram resultados variando entre 50 e 60% para a mesma lagarta em algodoeiro a campo. Resultados semelhante foram obtidos por Maruyama et al. (2001) trabalhado com *C. includens* a campo, em duas safras, e verificou 57,7% de mortalidade na primeira, no entanto, houve uma redução na mortalidade na segunda safra para 19,5%. Os mesmos autores relatam, para esse mesmo evento, um aumento no parasitoidismo por *C. trunctellus* na medida em que o número de lagartas infectadas foi menor, indicando uma competição entre esses dois inimigos naturais.

De acordo com Neves e Hirose (2005), quando uma maior quantidade de conídios germina, a invasão e a colonização do corpo do inseto é mais rápida e eficiente, dificultando a proliferação de outros microrganismos competidores que poderiam prejudicar a esporulação do fungo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F. A.; BORGES, L. M.; ANDRADE, C. A. B. CONTROLE QUÍMICO DA LAGARTA FALSA-MEDIDEIRA-DA-SOJA *Chrysodeixis includens* (Walker). II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, **Anais...** Universidade Federal de Lavras, p.128-132, 2003.
- ALEXANDRE, T. M. **Estratégias para o manejo integrado da *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae, Plusiinae) em soja.** 2010. 121 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. **Controle Microbiano de Insetos. 2ª ed.** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 289-382.
- ALVES S. B. et al. Fungos Entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: avanços e desafios.** Piracicaba, São Paulo: FEALQ. p. 69-110, 2008.
- ALVES, S. B.; NAKANO, O.; NAKAYAMA, K. ***Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, eficiente patógeno de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802).** *Ecosistema*, vol. 3. p.77, 1978.
- ALVES, S. B.; PEREIRA, R. M. Distúrbios fisiológicos provocados por entomopatógenos. In: ALVES, S. B. **Controle Microbiano de Insetos. 2ª ed.** Piracicaba: Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 1998. n. 3, p. 39-54.
- ARANTES, O. M. N.; VILAS-BÔAS, L. A.; VILAS-BÔAS, G. F. L. T. *Bacillus thuringiensis*: estratégias no controle biológico. In: SERAFINE, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. (Org.). **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria.** Caxias do Sul: Agropecuária, 2002. p. 269-293.
- ARONSON, A. I.; SHAI, Y. Why *Bacillus thuringiensis* insecticidal toxins are so effective: unique features of their mode of action. **FEMS Microbiology Letters**, v. 195: p. 1-8, 2001.
- BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V. Algodoeiro geneticamente modificado. In: FREIRE, E. C. (Ed). **Algodão no Cerrado do Brasil.** Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p. 141-174.

BEACH, R. M.; TODD, J. W.; BAKER, S. H. Antibiosis of four insect resistant soybean genotypes to the soybean looper (Lepidoptera Noctuidae). **Environmental Entomology**, v. 14, p. 531-534, 1985.

BELTRÃO, H. B. M. **Interação das toxinas Cry do *Bacillus thuringiensis* svar. *israelensis* com o mesêntero de larvas do vetor *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae).** (Dissertação de Mestrado), Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Recife, 2006.

BERNARDES, C. O.; POLANCZYK, R. A. Patogenicidade e Virulência de *Bacillus thuringiensis* Berliner Para *Anticarsia gemmatilis* Hübner. In: **XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e V Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior na Universidade do Vale do Paraíba, 2011, São José dos Campos. XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e V Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior na Universidade do Vale do Paraíba, 2011.**

BERNARDI, O. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil.** 2012. 116 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2012.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L.; MICHELIN, V. **Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 36, n. 2, p. 607-618, 2015.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: História e Estatística.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p. 61, 1987.

BUENO, A. F.; PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPOS, C. B.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; ROGGIA, S. História e evolução do manejo integrado de pragas no Brasil. In: HOFFMANN-CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga.** Embrapa. Brasília. 2012, p. 37-74a.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília. 2012, p. 493-629b.

BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R. P.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Lepidopteran larvae consumption of soybean foliage: basis for developing multiplespecies economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, p. 170-174, 2011.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; HADDAD, M. L. **Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae)**. Neotropical Entomology, v. 38, p. 389-394, 2009.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; OLIVEIRA, J. R. G.; CAMILO, M. F. Sem Barreira. **Revista Cultivar**, v. 93, p. 12-15, 2007.

BURGES, H. D. **Teratogenicity of the thermostable beta-exotoxins of *Bacillus thuringiensis* in *Galleria mellonella***. San Diego: Journal of Invertebrate Pathology. v. 26, p. 419-420, 1975.

BURGES, H. D. **Teratogenicity of the thermostable beta-exotoxins of *Bacillus thuringiensis* in *Galleria mellonella***. San Diego: Journal of Invertebrate Pathology. v. 26, p. 419-420, 1975.

CARVALHO, L. C.; FERREIRA, F. M.; BUENO N. M. **Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja**. Goiânia: Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v. 8, n. 15; p. 1021-1034, 2012.

CARVALHO, L. C.; FERREIRA, F. M.; BUENO N. M. Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v. 8, n. 15; p. 1021-1034, 2012.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas – a teoria da trofobiose.** Ed. Expressão Popular: São Paulo, p. 320, 2006.

CHAUDHARI, C. S.; CHANDELE, A. G.; POKHARKAR, D. S.; DETHE, M. D.; FIRAKE, D. M. Pathogenicity of Different Isolates of Entomopathogenic Fungus, *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson Against Tobacco Caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Section B: **Biological Sciences**. India, v.2, p.1-7, 2015.

CHUNG, G.; SINGH, R. J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Philadelphia, v. 27, n. 5, p. 295-341, 2008.

COLLECTIF. **Les pesticides: oui ou non?** Presses Universitaires de Grenoble, p. 231, 1979.

CONAB. **SOJA – BRASIL: Série Histórica de Produção.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 27 out. 2015.

CORRÊA, B. S.; SMITH, J. G. *Nomuraea rileyi* attacking the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* Huebner, in Paraná. Florida Entomologist, Homestead, v. 58, p. 280, 1975.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Controle biológico de pragas da soja.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6., 1980, Campinas. Resumos...p. 277-301, 1980.

COSTA, V. H. D.; SOARES, A. M.; RODRIGUEZ, F. A. D.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, I. M.; VALICENTE, F. H. *Nomuraea rileyi* (Hypocreales: Clavicipitaceae) in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Brazil. **Florida Entomologist**. Washington, v. 98, n. 2, p.796-798, 2015.

CRIALESI-LEGORI, P. C. B.; DAVOLOS, C. C.; LEMES, A. R. T.; MARUCCI, S. C.; LEMOS, M. V. F.; FERNANDES, O. A.; DESIDÉRIO, J. A. **Interação de proteínas Cry1 e Vip3A de *Bacillus thuringiensis* para controle de lepidópteros-praga.** Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.49, n.2, p.79-87, 2014.

DE BARJAC, H.; DEDONDER, R. **Isolement d'un nucleótide identifiable à la "toxine thermostable" de *Bacillus thuringiensis* Berliner.** Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l' Academie des Sciences: Paris, v. 260, p. 7050-7053, 1965.

DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY. **IP – Identificador de Pragás.** p. 11, 2013.

DEGRANDE, P. E.; VIVIAN, L. M. Pragás da Soja. In: Boletim de Pesquisa da Soja: Fundação MT, 274 p. 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas. 2013.

EMBRAPA. - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de produção de soja: região Central do Brasil, 2003. Londrina, 2004. 239p.

FARIA, M. R.; TIGANO-MILANI, M. S.; LECUONA, R. E. **Incidência natural de *Nomuraea rileyi* Farlow em população de *Anticarsia gemmatalis* Hübner no Distrito Federal.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 22, p. 385-388, 1993.

FEITELSON, J. S.; PAYNE, J.; KIM, L. ***Bacillus thuringiensis* parasporal crystal toxin: dissociation into low molecular weight peptides.** Biochemical and Biophysical Research Communications. v. 95, p. 1314-1320, 1992.

FELLAND, C. M.; PITRE, H. N.; LUTTRELL, R. C.; HAMER, J. L. **Resistance to pyrethroid insecticides in soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) in Mississippi.** Journal of Economic Entomology, v. 83, p. 35-40, 1990.

FIUZA, L. M.; et al. **Revista de Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento,** v. 38, p. 03, 2010.

FOERSTERL. A.; AVANCI, M. **Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 28, p. 545-548, 1999.

FREITAS, M. C. M. **A Cultura da Soja no Brasil: O Crescimento da Produção Brasileira e o Surgimento de uma Nova Fronteira Agrícola.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer: Goiânia, v.7, n.12, p. 1-12, 2011.

GALILEO, M. H. M.; GASTAL, H. A. O.; HEINRICHS. **Ocorrência do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, de taquinídeos e himenópteros parasitas em *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Plusia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) criada em laboratório.** Iheringia: Porto Alegre, v. 50, p. 51-59, 1977.

GALLO, D. (*In Memoriam*); NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 3.^a ed., v. 10, p. 920, 2002.

GARCZYNSKI, S. F.; ADANG, M. J. *Bacillus thuringiensis* CryIAc toxin receptors. p.21. In: **Proceedings Society for Invertebrate Pathology Annual Meeting, 8,** New York, 1995.

GAWRON-BURKE, J.; CHAMBERS, A.; JELEN, W.; DONOVAN, M.; RUPAR, M.; SLANEY, J.; BAUM, L.; ENGLISH; JOHNSON, T. Molecular biology and genetics of *Bacillus thuringiensis*. In: **Proceedings International Colloquium Invertebrate Pathology Microbial Control, 5,** Australia, 1990.

GLARE, T. R.; O' CALLAGHAN, M. ***Bacillus thuringiensis: biology, ecology and safety.*** Chichester: John Wiley & Sons, 2000.

GOUVÊA, L.; QUERINO, R.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Incidência natural de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* coletados na soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5;** MERCOSOJA 2009, Goiânia. anais...Londrina: Embrapa Soja, 2009. Seção trabalhos, t. 266. 1 CD-ROM.

HABIB, M. E. M.; ANDRADE, C. F. S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S. B. **Controle Microbiano de Insetos. 2^a ed.** Piracicaba: Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 1998. n. 3, p. 383-446.

HEIMPEL, A. M. **A toxinomic key for crystalliferous bacteria relates to *Bacillus thuringiensis* Berliner.** San Diego: Journal of Invertebrate Pathology. v. 9, p. 364-375, 1967.

HANSEN, B. M.; SALAMITOU, S. Virulence of *Bacillus thuringiensis*. In: CHARLES, J. F.; DELÉCLUSE, A.; NIELSEN-LEUROUX, C. (Ed). **Entomopatogenic bacteria: from laboratory to field application.** Kluster Academic Publishers, 2000. p. 41-64

HERZOG, D.C. Sampling soybean looper on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. (eds.). *Sampling methods in soybean entomology*. New York: Springer-Verlag, 1980. p.140-168.

HÖFTE, H.; WHITELEY, H. R. **Insecticidal Cristal Protein of *Bacillus thuringiensis***. *Microbiol Rev.* v. 53, n. 2, p. 242-255, 1989.

HILL, C. B.; LI, Y.; HARTMAN, G. L. Soybean aphid resistance in soybean Jackson is controlled by a single dominant gene. **Crop Science**, v.46, p. 1606–1608, 2006.

IGNOFFO, C. M.; PUTTLER, B.; HOSTETTER, D. L.; DICKERSON, W. A. **Susceptibility of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*, and the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*, to several isolates of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi***. San Diego: *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 28, p. 259-262, 1976.

IGNOFFO, C. M. The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticide. In: BURGESS, H. D. (Ed). **Microbial control of pests and plants diseases 1970-1980**. London: academic Press. p. 413-538, 1981.

JOHNSON, D. E.; McGAUGHEY, W. H. Contribution of *Bacillus thuringiensis* spores to toxicity of purified Cry protein towards indian meal moth larvae. *Current Microbiology*. n. 1, v. 33, p. 54-59, 1996.

KHALSA, M. S.; KOGAN, M.; LUCKMANN, W. H. ***Autographa precations* in relation to soybean: Life history, and food intake and utilization under controlled conditions**. Lanham: *Environmental Entomology*, v. 8, n 1, p. 117-122, 1979.

KIM, Y. T.; GREGORY, B. G.; IGNOFFO, C. M. **The beta-exotoxin of *Bacillus thuringiensis*. I. Isolations**. San Diego: *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 16, p. 291-294, 1972.

KOGAN, M.; COPE, D. Feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 3. Food intake, utilization and growth in the soybean looper, *Pseudoplusia includens*. **Annals of the Entomological Society of America**, v.67, n.1, p.66-72, 1974.

KRIEG, A. **Concerning α -exotoxin producend by vegetative cells of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis***. San Diego: *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 17, p. 134-134, 1971.

- LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.
- LECUONA, R. E. **El control microbiano como regulador poblacional de insectos plagas**. Castelar: Instituto de Tecnologia Agropecuária, 1990. 24p. (Serie Agricultura Sostenible, 4)
- LEE, M. K.; WALTERS, F. S.; HART, H.; PALEKAR, N.; CHEN, J. S. **The mode of action of the *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein Vip3A differs from that of Cry1Ab delta-endotoxin**. Applied and Environmental Microbiology, v. 69, p. 4648-4657, 2003.
- LEONARD, B. R.; BOETHEL, D. J.; SPARKS, A. N. J. R.; LAYTON, M. B.; MINK, J. S.; PAVLOFF, A. M.; BURRIS, E.; GRAVES, J. B. Variations in response of soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, v. 83, p. 27-34, 1990.
- LIMA, A. R.; LOUREIRO, S. L.; MUCHALAK, F.; TAIRA, T. L.; FERREIRA, F. N.; NOCCHI, M. J.; Ocorrência de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson na *Spodoptera cosmioides* (Walk.) 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) em Chapadão do Sul-MS. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.9, n.2, p.57-59, 2015.
- LUO, K.; ADANG, M. J. An isoform of aminopeptidase N in the brush border membrane of *Manduca sexta* is a receptor for *Bacillus thuringiensis* CryIC delta-endotoxin, p. 40. In: **Proceedings Annual Meeting Society for Invertebrate Pathology**, 28, New York, 1995.
- MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Soja**. 2015. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>> Acesso em: 07 out. 2015
- MARTINS, G. L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Eficiência de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 4, p. 25–30, 2015.
- MICHAELS, I.; SILVESTRINE, R.; SARDINHA, V.; SPROESSER, R. **Sojicultura**. Campo Grande: Editora UFMS. p. 175, 2004.
- MARUYAMA, W. I.; PINTO, A. S.; GRAVENA, S. **Parasitoide e *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson em lagartas desfolhadoras na cultura da soja**. Boletim Sanidade Vegetal Plagas, v. 27, p. 561-567. 2001.

MORAES, R. R.; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. **Inimigos naturais de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 26, p. 57-64,1991.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPOS, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga.** Embrapa. Brasília. 2012, p. 213-334.

MOSCARDI, F.; SOSA-GÓMEZ, D.R. A case study in biological control: soybean defoliating caterpillars in Brazil. In: **INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS, 1., 1992, Ames, Iowa. Madison: Crop Science Society of America, 1993.** p. 115-119.

NEVES, P. M. O. J.; HIROSE, E. **Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle biológico da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae).** Neotropical Entomology, v.34, p.77-82, 2005.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma in Brazil: feasibility of use after twenty years of research.** Neotropical Entomology, v. 33, p. 271–281, 2004.

OLIVEIRA, T. C. **Flutuação Populacional de Lagartas Desfolhadoras e Distribuição Espacial de Plusiinae na Cultura da Soja [*Glycine max* (L.) Merrill].** 2014. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás Goiânia, 2014.

ONOFRE, B. S.; GONZALEZ, R. R.; MESSIAS, C. L.; AZEVEDO, J. L.; BARROS, N. M. **LC₅₀ of the Peptide Produced by the Entomopathogenic Fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson Active Against Third Instar Larvae of *Anticarsia gemmatalis* (Lep.- Noctuidae).** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 45, n. 3, p. 269-275, 2002.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma in Brazil: feasibility of use after twenty years of research.** Neotropical Entomology, v. 33, p. 271–281, 2004.

PETERSON, A. **Egg types among moths of the Noctuidae.** Florida Entomologist, v. 47, p. 71-100, 1964.

- PATIL, R. K.; BHAGAT, Y. S.; HALAPPA, B.; BHAT, R. S. **Evaluation of entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson for the control of groundnut *Spodoptera litura* (F.) and its compatibility with synthetic and botanical pesticides.** JBiopest, vol. 7, p. 106-115, 2014.
- PEREIRA, J. M.; SEIL, A. H.; OLIVEIRA, M. F.; BRUSTOLIN, C.; FERNANDES, P. M. **Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner).** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 39, n. 2, p. 140-143, 2009.
- PETERSON, A. **Egg types among moths of the Noctuidae.** Florida Entomologist, v. 47, p. 71-100, 1964.
- PIPER, C. V.; MORSE, W. J. **The Soybean.** New York: McGraw-Hill Book Co. p. 320, 1923.
- PINTO, L. M. N.; FIUZA, L. M. **Genes *cry* de *Bacillus thuringiensis* aplicados na engenharia genética de plantas, conferindo resistência a insetos-praga.** Neotropical Biology and Conservation, v. 3, n. 3, p. 159-168, 2008.
- POLANCZYK, R. A.; DA SILVA, R. F. P.; FIUZA, L. M. **Effectiveness of *Bacillus Thuringiensis* Strains Against *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).** Brazilian Journal of Microbiology, v. 31, p. 165-167, 2000.
- PORTILLO, H. E.; PITRE, H. N. **Effect of four soybean genotypes on the development and fecundity of *Heliothis virescens* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae).** Florida Entomologist, v. 75, n. 3, p. 386-390, 1992.
- PUTTLE, B.; IGNOFFO, C. M.; HOSTETTER, D. L. **Relative susceptibility of nine caterpillar species to the fungus *Nomuraea rileyi*.** Journal of Invertebrate Pathology, v. 27, p. 269-270, 1976.
- SAINI, E. **Aspectos morfológicos y biológicos de *Podisus connexivus* Bergroth (Heteroptera: Pentatomidae).** Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, v. 53, p. 35-42, 1994.
- SAINI, E.; QUINTANA, G.; RIOS, M. **Interacción entre el depredador *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae) y el virus de la poliedrosis nuclear de *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) en condiciones de laboratorio.** Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, v. 56, p. 105-108, 1997.

SCHLICK-SOUZA, E. C. **Resistência de genótipos de soja a *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2013. 77p Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SCHWARTZ, J. L.; LU, Y. J.; SOEHNLEIN, P.; BROUSSEAU, R.; MASSON, L.; LAPRADE, R.; ADAMG, M. Ion channels formed in planar lipid bilayers by *Bacillus thuringiensis* toxins in the presence of *Manduca sexta* midgut receptors, p. 55. In: **Proceedings Annual Meeting Society for Invertebrate Pathology, 28, New York, 1995.**

SEBESTA, K.; HORSKA, K.; VANKOVA, J. Biochemistry of *Bacillus thuringiensis* exotoxins, In: VAN DER LAAN, P. A. **Insect Pathology and Microbial Control**. Amsterdam: North Nolland Publ. Co. 1967, p 238-242.

SEBESTA, K.; HORSKA, K.; VANKOVA, J. **Inhibition of the novo RNA synthesis by inseticidal exotixin of *Bacillus thuringiensis* var *galechiae***. Collection of Czechoslovak Chemical Communications v. 34, n. 6, p. 1786-1791, 1969.

SILVA, A. P. M. **Expressão gênica associada à resistência da soja a *Piezodorus guildinii***. 2013. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2013.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; HOFFIMANN- CAMPOS, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 3ª. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 100 p.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; LÓPEZ LASTRA, C.; HUMBER, R. A. **An Overview of Arthropod-Associated Fungi from Argentina and Brazil**. Mycopathologia, v. 170, p. 61-76, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFIMANN- CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Embrapa, Brasília. 2012, p. 673-723.

SUJII, E. R.; TIGANO, M. S.; SOSA-GOMES, D. **Simulação do impacto do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis***. Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 11, p. 1551-1558, 2002.

- SRISUKCHAYAKUL, P.; WIWAT, C.; PANTUWATANA, S. Studies on the pathogenesis of the local isolates of *Nomuraea rileyi* against *Spodoptera litura*. Nakhon Pathom: **Science Asia**, v. 31, p. 273-276, 2005.
- TIGANO-MILANI, M. S.; FARIA M.; LECUONA, R.E.; SARTORI, M. R.; ARIMA, E. Y.; DIAZ, B. M. **Análise de Patogenicidade e Germinação do Fungo *Nomuraea Rileyi* (Farlow) Samson Isolado no Distrito Federal**. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 24, p. 53-60, 1995.
- TORRES, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; MOURA, M.A. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* Forest in Brazil. **CAB REVIEWS: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 1, p. 1-18, 2006.
- TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. **Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos Chapadões**. Sete Lagoas: Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2007.
- TOUMANOFF, C. **A propos d'un bacille patogene pour les vers a soie au Japan (*Bacillus sotto* (Ishiwatta)) et ses affinites avec d'autres bacilles entomophytes de *Bacillus cereus* Fr. & Fr. avec remarques sur le jaune d'oeuf**. Ann. Inst. Pateur. v. 85, p. 90-99, 1952.
- TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Soybean entomology. **Annual Review of Entomology**, v. 21, p.247-282, 1976.
- VALICENTE, F. H. **Controle Biológico de Pragas com Entomopatógenos**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 30, n.251, p. 48- 55, 2009.
- VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. p. 1055-1105. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica; 2009. 1164 p.
- ZANUNCIO, J. C.; ALVES, J. B.; SARTÓRIO, R. C.; LEITE, J. E. M. Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, p. 245-251, 1992.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas.** Piracicaba: FEALQ, 1993. 139 p.

1 **CAPITULO 1: PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO CONTROLE DE LAGARTAS**
2 ***Chrysodeixis includens* Walker (1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA**
3 **DA SOJA.**

4 RESUMO

5 A lagarta *Chrysodeixis includens* vêm se tornando um sério risco as lavouras de soja em
6 todo o país, devido o emprego de produtos fitossanitários não seletivos a seus inimigos
7 naturais. Objetivando encontrar formas mais seguras e sustentáveis de controlar essa praga, o
8 presente trabalho avaliou a eficiência do controle biológico aplicado e controle químico no
9 manejo da *C. includens* na cultura da soja em campo. O delineamento experimental utilizado
10 foi em blocos ao acaso, composto por seis tratamentos, duas doses diferentes de *Bacillus*
11 *thuringiensis* var. *kurstaki* cepa HD-1 23,7 g L⁻¹ de esporos (Bt), 200 e 350 mL ha⁻¹,
12 *Nomuraea rileyi* isolado UFMS-02 (Nr), 2,0 e 5,0 Kg ha⁻¹ (conídios+arroz), inseticida
13 Flubendiamida (Fd) 20 mL ha⁻¹ e a testemunha (sem aplicação de produto) todos com uma
14 aplicação. Avaliou-se após treze dias a redução da praga e a porcentagem de eficiência dos
15 produtos e durante o desenvolvimento da soja, alguns parâmetros fitotécnicos. De maneira
16 geral, observou-se decréscimo no número de lagartas decorridos treze dias da pulverização
17 sendo o tratamento Bt 350 mL ha⁻¹ o que proporcionou maior redução na população (96,2%)
18 quando comparado a testemunha (6,7%). Com relação à eficiência, os tratamentos contendo
19 os produtos biológicos Bt 200 e 350 mL ha⁻¹ e Nr 5,0 Kg ha⁻¹ proporcionaram os melhores
20 resultados, 84,69; 95,88 e 92,35%, respectivamente. Dentre os parâmetros fitotécnicos
21 avaliados, os tratamentos biológicos se mostraram superiores ao químico em relação à
22 produtividade, e ao numero de vagens por planta, não diferindo entre si.

23 PALAVRAS-CHAVE: Falsa-medideira; *Bacillus thuringiensis*; *Nomuraea rileyi*;
24 Flubendiamida.

PHYTOSANITARY PRODUCTS ON THE CONTROL CARTERPILLAR

Chrysodeixis includens Walker (1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN THE CULTURE OF THE SOYBEAN.

ABSTRACT:

The caterpillar soybean looper is becoming a serious risk soy farming across the country, especially after the emergence of soybean asian rust, and the use of fungicides and other pesticides, which oppress their natural enemies. Aiming to find safer and more sustainable ways of controlling this pest, the present study evaluated the efficiency of the control biological applicable and control chemical in the handle of the *C. includens* in the culture of the soybean after field. The experimental design was in randomized blocks, composed of six treatments, two different doses for each, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* strain HD-1 23.7 g L⁻¹ of spores (Bt) 200 mL ha⁻¹ e 350 mL ha⁻¹, *Nomuraea rileyi* isolated UFMS-02 (Nr) 2.0 Kg ha⁻¹ e 5.0 Kg ha⁻¹, the pesticide Flubendiamide (Fd) 20 mL ha⁻¹, and the control (without application product), all with a single application. Was evaluated after thirteen days reduction of the pest and the percentage efficiency of the products during and development soy, some phytotechnical parameters. Of manner general, observed in the present study, reduction in the number of caterpillar pass away thirteen days after pulverize belong treatment Bt 350 mL ha⁻¹ proportioned major reduction in the population in 96.2% compared the control (6.7%). With regard to efficiency, the treatments Bt 200 and 350 mL ha⁻¹ and Nr 5,0 Kg ha⁻¹ they provided the best results 84.69, 95.88 and 92.35%, respective. Among the phytotechnical evaluated parameters, biological treatments were higher than the chemical in relation to productivity, and the number of pods per plant, not differing from each other.

KEY-WORDS: soybean looper; *Bacillus thuringiensis*; *Nomuraea rileyi*; Flubendiamide.

INTRODUÇÃO

50
51 Nas últimas safras, a lagarta falsa-medideira da soja *Chrysodeixis includens* (Walker,
52 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) ganhou grande destaque; o que antes era considerada praga-
53 secundária sem importância econômica, passou a ser considerada praga-primária da soja
54 (Carvalho et al. 2012). A lagarta possui alta capacidade polifágica, com possibilidade de
55 sobreviver em 73 espécies de plantas, pertencentes a 29 famílias botânicas, tornando mais
56 complexo o seu controle. Esse fator favorece sua persistência, mesmo em baixa densidade até
57 que a fêmea encontre um hospedeiro capaz de sustentar o desenvolvimento das lagartas, no
58 sistema agrícola (Moscardi et al. 2012). Outra dificuldade no controle dessa praga está no seu
59 hábito, pois as lagartas ficam normalmente alojadas no terço inferior das plantas, onde estão
60 protegidas da ação dos inseticidas, especialmente com o desenvolvimento da cultura, além do
61 que as lagartas são mais vorazes e mais tolerantes aos inseticidas e doses que a lagarta-da-soja
62 *Anticarsia gemmatalis* Hübner (1918) (Lepidoptera: Noctuidae) (Carvalho et al. 2012).

63 O controle das principais pragas da soja é norteado pelos princípios do Manejo
64 Integrado de Pragas (MIP) e seu sucesso depende de várias ferramentas, entre elas o controle
65 biológico. Organismos presentes no agroecossistema e de ocorrência natural, merecem
66 atenção, como é o caso do fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson,
67 (1974) (Ascomycota: Clavicipitaceae) (Sujii et al. 2002a, 2002b, Carvalho et al. 2012), que
68 ocorrem em mais de 30 espécies diferentes de insetos, dos quais aproximadamente 90% são
69 lepidópteros, estando as lagartas da família Noctuidae entre as mais sensíveis (Ignoffo et al.
70 1976, Alves 1998, Devi et al. 2003, Srisukchayakul et al. 2005, Lima et al. 2015), como as
71 pertencentes ao gênero *Spodoptera* (Puttler et al. 1976, Alves et al. 2001, Patil et al. 2014,
72 Chaudhari et al. 2015, Lima et al. 2015) e Plusiinae (Puttler et al. 1976, Ignoffo 1981).

73 Outro micro-organismo de excelente atuação sobre as lagartas de *C. includens* é a
74 bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (1915) (Eubacteriales: Bacilaceae), apresentando

75 patogenicidade superior a outros noctuideos (Polanczyk et al. 2000, Pereira et al. 2009,
76 Bernardes & Polanczyk 2011). A bactéria produz inclusões proteicas cristalinas que agem
77 inicialmente sobre o epitélio intestinal médio levando ao desequilíbrio osmótico resultando na
78 interrupção da alimentação e posteriormente, paralisia do intestino, causando a morte do
79 inseto entre 2 e 4 dias (Habib & Andrade 1998, Bueno et al. 2012).

80 Medidas de controle para *C. includens*, mais sustentáveis com aplicação de
81 entomopatógenos devem fazer parte da rotina dos produtores rurais, para se evitar selecionar
82 populações resistentes, pois a utilização apenas de inseticida de maneira indiscriminada
83 ocasiona a seleção de insetos imunes, além de matar os inimigos naturais da mesma (Carvalho
84 et al. 2012), interferindo no seu controle natural e propiciando o surto de pragas anteriormente
85 controladas por eles (Bueno et al. 2012).

86 Objetivou-se avaliar a eficiência do controle biológico aplicado e controle químico no
87 manejo de *C. includens* e seus reflexos sobre parâmetros fitotécnicos da soja.

88 MATERIAL E MÉTODOS

89 O presente estudo foi conduzido em área comercial da Fazenda Triângulo de Prata no
90 município de Chapadão do Céu – GO, latitude 18° 29' 26" Sul, longitude 52° 34' 32" Oeste e
91 altitude de 847 m, semeada no dia 21 de outubro de 2014 e colhida no dia 15 de fevereiro de
92 2015, utilizado a cultivar de soja, com tecnologia RR, Anta 82, com espaçamento entre linhas
93 de 0,45 m e 18 sementes por metro. A área foi preparada no sistema de semeadura direta,
94 sobre restos culturais de milho *Zea mays* L. (Poales: Poaceae) e adotado as recomendações
95 técnicas para a cultura.

96 A área experimental foi composta por seis tratamentos, medido 60,1 m de largura e
97 quatro blocos, medindo 95,5 m de comprimento, totalizando 5.739,55 m², onde as parcelas
98 mediam 20 m de comprimento por 14 linhas de largura cada, separadas entre si por um
99 intervalo de 2 m área de segurança, tanto para os tratamentos quanto para os blocos, no qual a

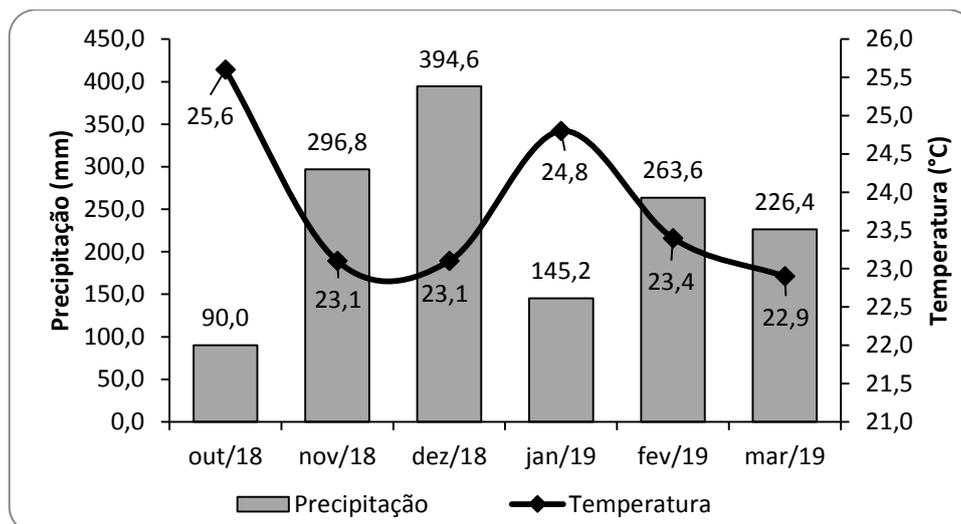
100 área útil consistiu das 8 linhas centrais, desprezando 2 m no sentido do comprimento e 4
101 linhas de cada lado como bordadura.

102 O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) composto por
103 seis tratamentos, todos com dose única: testemunha (sem produto), *B. thuringiensis* var.
104 *kurstaki* (cepa HD-1) (Bt) nas doses de 200 e 350 mL ha⁻¹; *N. rileyi* (isolado UFMS 02) (Nr),
105 na concentração de $1,0 \times 10^9$ conídios mL⁻¹, nas doses de 2,0 e 5,0 Kg ha⁻¹ (conídios+arroz) e o
106 inseticida Flubendiamida (Fd) na dose de 20 mL ha⁻¹ (14,8 g.i.a. ha⁻¹). A área foi dividida em
107 quatro blocos, totalizando 24 parcelas.

108 As suspensões de bactéria e a solução do inseticida foram preparadas utilizando os
109 produtos comerciais registrados, segundo recomendações do fabricante. O fungo *N. rileyi* foi
110 multiplicado segundo metodologia adaptada de Loureiro et al. (2005), misturados à água
111 destilada e espalhante adesivo a 0,01%. O tratamento testemunha recebeu apenas água
112 destilada misturada ao espalhante adesivo.

113 Após a emergência, foram avaliadas a cada 7 dias, 108 plantas por parcela escolhidas
114 aleatoriamente, visto que pode ocorrer o ataque de lagartas na fase vegetativa. Foi realizado a
115 amostragem com pano de batida (medindo 1,0 × 1,0 m) a cada 4 dias, em 6 metros das linhas
116 centrais da parcela, desconsiderando a bordadura, para verificar a presença de lagartas vivas,
117 mortas e parasitadas. Para o monitoramento das lagartas desfolhadoras foram realizadas três
118 amostragens (pano de batida) em cada parcela, quantificando-as.

119 As avaliações foram realizadas: uma antes da aplicação dos tratamentos (prévia) e
120 assim, ao se constatar média de 13 lagartas m⁻¹ (máximo de insetos obtidos em função das
121 chuvas, Figura 1), foram aplicados os tratamentos, no mês de janeiro de 2015. Foi realizada
122 apenas uma aplicação de produto nas folhas da soja em área total, quando a cultura estava em
123 formação da vagem, R3 e R4, após às 16 h e temperatura variando entre 23 e 27 °C, utilizando
124 um pulverizador costal com bico cone regulável.



125

126 Figura 1. Temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm), registradas durante a
 127 condução do ensaio, informações obtidas na estação meteorológica da Usina
 128 Cerradinho Bioenergia S/A, Chapadão do Céu-GO. 2014-2015.

129 Aos 13 dias após a aplicação dos tratamentos foi realizada a amostragem contando-se
 130 o número de lagartas vivas em 20 plantas, escolhidas ao acaso. Para comparar a produtividade
 131 considerou-se uma área de 5 m de comprimento e duas linhas centrais da cultura da soja.
 132 Após a colheita, a umidade dos grãos foi corrigida para 13%, estimando-se a produtividade.

133 Os dados obtidos referentes a mortalidade dos insetos e produtividade da soja foram
 134 submetidos a análise de variância, sendo a comparação entre médias dos tratamentos realizada
 135 pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Foi calculada a porcentagem de redução de lagartas e de
 136 eficiência dos diferentes tratamentos pela equação de Henderson & Tilton (1955).

137 Para a estimativa da Produtividade (Kg ha^{-1}) adaptou-se a metodologia proposta por
 138 Lee & Herbek (2016). Os parâmetros Número de vagens, de grãos e Produtividade foram
 139 transformados pelo $\text{Ln}(x)$, e a massa de 1.000 grãos $(X + 1,0)^{0,5}$, para a correção da
 140 normalidade, sendo preservado os valores originais.

141

RESULTADOS E DISCUSSÃO

142 Após a aplicação dos tratamentos, as reduções mais significativas na infestação foram
 143 observadas para as duas doses de Bt e *N. rileyi*, na dose de $5,0 \text{ Kg ha}^{-1}$. As eficiências mais

144 significativas também foram verificadas nesses três tratamentos. *N. rileyi* na dose de 2,0 Kg
145 ha⁻¹ e o inseticida Flubendiamida apresentaram desenvolvimento inferior aos tratamentos
146 citados, porém superior a testemunha (Tabela 1).

147 Os tratamentos com Bt proporcionaram redução do número de insetos e eficiência
148 acima de 80% (Tabela 1). Esses resultados se assemelham aos observados por Polanczyk et
149 al. (2000) analisando duas subespécies de Bt, *B. thuringiensis thuringiensis* cepa 4412 e *B.*
150 *thuringiensis aizawai* cepa HD68, sobre lagartas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda*
151 Smith & Abbot (Lepidoptera: Noctuidae), obtiveram mortalidade de 80,4 e 100%,
152 respectivamente. Há uma ampla gama de proteínas *cry* e pelo menos dez foram identificadas
153 especificamente para *B. thuringiensis* var. *kurstaki* cepa HD-1, propiciando um bioinseticida
154 extremamente eficiente contra lagartas (US 2016).

155 A atividade tóxica do *B. thuringiensis* está intimamente ligada às características do
156 hospedeiro como pH intestinal, complexo enzimático e receptores específicos (Berlitz et al.
157 2006), esses fatores podem ter contribuído a infecção das lagartas *C. includens*,
158 consequentemente a morte das mesmas.

159 Os tratamentos com inseticidas biológicos apresentaram redução no número de
160 lagartas em detrimento ao tratamento químico, a exceção do tratamento Nr 2,0 Kg ha⁻¹
161 (Tabela 1). De acordo com Neves e Hirose (2005), quando uma maior quantidade de conídios
162 germina, a invasão e a colonização do corpo do inseto é mais rápida e eficiente, dificultando a
163 proliferação de outros microrganismos competidores que poderiam prejudicar a esporulação
164 do fungo entomopatogênico.

165 Os tratamentos Bt 200 e 350 mL ha⁻¹, Nr 5,0 Kg ha⁻¹ foram os mais eficientes,
166 apresentando 84,69; 95,88 e 92,35% de controle, respectivamente (Tabela 1). Os tratamentos
167 que proporcionaram maior redução, também proporcionaram maior eficiência de controle.

168 Segundo Ignoffo (1981) o ciclo completo do fungo *N. rileyi* sobre *Trichoplusia ni*

169 Hübner (1802) (Lepidoptera: Noctuidae) varia de 8 a 12 dias à 25 °C, sendo a temperatura
 170 mais favorável ao redor de 26 °C (Alves 1998). Esses fatores correspondem aos observados
 171 no presente trabalho (Figura 1). Plantas de soja que apresentem maior densidade foliar
 172 proporcionam ambiente favorável a este fungo (Alves & Lecuona 1998), e a fase da cultura
 173 (entre R3 e R4) em que ocorreram as aplicações proporcionou ambiente ao fungo *N. rileyi*.

174

175 Tabela 1. Médias (\pm EP) de lagartas *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em
 176 folhas de soja antes e após pulverização com produtos biológicos e químico, a
 177 eficiência de controle e a redução do número de insetos. Chapadão do Sul-MS,
 178 2015.

Tratamento	NIVaA ¹	NIVdA ¹	%Red ¹	%E ¹
Bt 350 mL ha ⁻¹	13,0 \pm 0,61 a	0,5 \pm 0,79 a	96,15	95,88
Nr 5,0 Kg ha ⁻¹	14,0 \pm 0,35 a	1,0 \pm 0,61 a	92,86	92,35
Bt 200 mL ha ⁻¹	14,0 \pm 0,94 a	2,0 \pm 0,25 a	85,71	84,69
Nr 2,0 Kg ha ⁻¹	13,0 \pm 0,35 a	3,50 \pm 0,25 b	73,08	71,15
Fd 20 mL ha ⁻¹	15,0 \pm 0,79 a	3,75 \pm 0,50 b	75,0	73,21
Testemunha	15,0 \pm 0,61 a	14,0 \pm 0,65 c	6,67	–
C.V. %	10,86	30,21	–	–

179 * Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott
 180 ao nível de 5% de probabilidade.

181 ¹ NIVaA = número de insetos vivos antes da aplicação; NIVdA = número de insetos vivos
 182 depois da aplicação; %Red = porcentagem de redução de insetos; %E = porcentagem de
 183 eficiência.

184 Puttler et al. (1976) trabalharam com o fungo *N. rileyi*, obtendo para *T. ni*, apenas 52%
 185 de mortalidade, em condições de laboratório. Ignoffo (1981) alcançou 67% de mortalidade de

186 *T. ni* a campo; entretanto, observou também redução na capacidade reprodutiva dos adultos, o
187 que facilita seu controle com outras medidas baseadas em MIP. Alves et al. (1978) obtiveram
188 resultados variando entre 50 e 60% para a mesma lagarta em algodoeiro a campo.

189 Os tratamentos com inseticidas biológicos apresentaram maior redução no número de
190 lagartas e melhor eficiência em detrimento ao tratamento químico, a exceção do tratamento
191 Nr 2,0 Kg ha⁻¹ (Tabela 1). Para ser considerado economicamente viável, um produto
192 fitossanitário deve proporcionar, no mínimo, 80% de eficiência no controle de uma praga
193 (Tomquelski & Martins, 2007). Os tratamentos Nr 2,0 Kg ha⁻¹ e Fd 20 mL ha⁻¹, apesar de
194 apresentarem um controle menor das lagartas em relação aos demais tratamentos
195 proporcionaram eficiência acima de 70%, sugerindo, em função das informações da literatura,
196 que a associação de diferentes métodos de controle pode oferecer uma alternativa viável na
197 redução do número de lagartas falsa-medideira (Tabela 1).

198 Martins & Tomquelski (2015) realizaram testes a campo com inseticida
199 Flubendiamida, nas doses de 12 e 14,4 gramas de ingrediente ativo (g.i.a) por hectare, para
200 lagartas grandes (>1,5 cm) e pequenas (<1,5 cm) de *C. includes*. Obtiveram 86% de eficiência
201 decorridos dois dias da aplicação promovido pela dosagem de 14,4 g.i.a ha⁻¹ para lagartas
202 pequenas; 83 e 84% para lagartas grandes decorridos quatro e sete dias da aplicação. No
203 entanto, a partir do quarto dia, para lagartas pequenas, e a partir do sétimo dia para lagartas
204 grandes, essa eficiência foi menor que 80%. A dose de 12 e 14,4 g.i.a ha⁻¹ não atingiu a
205 eficiência mínima referida (70% de eficiência), exigindo reaplicação do produto.

206 Indicativos do menor efeito do tratamento químico podem estar relacionados com a
207 localização da praga na planta, terço médio inferior, beneficiado pelo efeito guarda chuva
208 proporcionado pela mesma, favorecendo o menor contato com o ingrediente ativo (Carvalho
209 et al. 2012), elevada tolerância dessa espécie a moléculas químicas (Sosa-Gómez & Omoto

210 2012), o histórico de desenvolvimento de resistência desta lagarta a outros apresentados
211 agroquímicos relatados nos Estados Unidos da America (Mascarenhas & Boethel, 2000).

212 Os resultados verificados no controle de *C. includens*, refletiram sobre alguns
213 parâmetros fitotécnicos avaliados. Observou-se diferenças significativas ($p \leq 0,05$), apenas
214 para vagens por planta e produtividade, onde todos os tratamentos biológicos proporcionaram
215 melhor performance em relação ao químico e a testemunha. Um indicativo do efeito da
216 redução das lagartas preservando uma maior área foliar preservando a relação fonte-dreno
217 entre essa massa foliar e o pleno desenvolvimento das vagens (Taiz & Zeiger, 2013) e
218 favorecendo a translocação de fotoassimilados (Majerowicz 2004), que corrobora a atuação
219 dos produtos biológicos o que possibilitou o desenvolvimento de um maior número de vagens
220 por planta (Tabela 2).

221 Em relação as doses testadas nesse ensaio, verificou-se que as maiores,
222 economicamente mais interessantes, não permitiram que *C. includens*, causasse redução na
223 produtividade da soja, mesmo que Nr 2,0 Kg ha⁻¹ tenha apresentado eficiência de controle
224 significativamente inferior aos melhores tratamentos. Isso pode ter relação com a tolerância
225 na redução da área foliar de $\pm 30\%$ (Gallo et al., 2002).

226 Todos os agrotóxicos sejam minerais e, principalmente, orgânicos, penetram mais ou
227 menos nos tecidos das plantas, sobretudo se estão associados a certos tensoativos, assim,
228 portanto, agindo sobre seu metabolismo apresentando ação sobre os principais processos
229 fisiológicos, como respiração, transpiração e fotossíntese (Chaboussou, 2006). A contração
230 muscular dos insetos depende da liberação vesicular de íons de cálcio, os quais são ativados
231 por meio de receptores de rianodina (RYR) (Lahm, 2000), composta por quatro subunidades
232 idênticas, formando os canais de cálcio, localizadas nos reticulo sarcoplasmático dos
233 músculos e reticulo endoplasmáticos de células não musculares (Gullan & Cranston, 2005).

234 Tabela 2. Produtividade da soja em Kg ha⁻¹, Número de Plantas m⁻¹, Número de Vagens Planta⁻¹, Número de Grãos Vagens⁻¹ e massa de 1.000
 235 grãos (M1000 G).

Tratamento	Plantas m ⁻¹	V. Planta ⁻¹	G. Vagens ⁻¹	M 1000 G	Produtividade
Bt 350 mL ha ⁻¹	13,20 ± 0,237 a	39,20 ± 1,82 a	2,47 ± 0,024 a	0,162 ± 0,004 a	4.599,44 ± 286,61 a
Nr 5,0 Kg ha ⁻¹	13,48 ± 0,716 a	38,70 ± 4,09 a	2,42 ± 0,034 a	0,164 ± 0,003 a	4.509,64 ± 294,6 a
Bt 200 mL ha ⁻¹	13,30 ± 0,197 a	42,70 ± 4,19 a	2,36 ± 0,048 a	0,159 ± 0,002 a	4.726,46 ± 472,23 a
Nr 2,0 Kg ha ⁻¹	13,63 ± 0,343 a	38,58 ± 2,50 a	2,46 ± 0,025 a	0,157 ± 0,003 a	4.495,47 ± 260,99 a
Fd 20 mL ha ⁻¹	13,73 ± 0,188 a	33,52 ± 1,824 b	2,45 ± 0,039 a	0,153 ± 0,006 a	3.701,84 ± 83,94 b
Testemunha	13,63 ± 0,096 a	31,75 ± 1,68 b	2,49 ± 0,008 a	0,149 ± 0,003 a	3.561,24 ± 164,13 b
C.V. %	4,90	3,98	2,97	0,39	1,53

236 *médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

As diamidas ativam a liberação irregular dos estoques de cálcio das células, agindo sobre os RYR, o qual se liga a troponina, e muda sua configuração fazendo com que ela se desligue da tropomiosina, seguido pela liberação do sítio de ligação da actina na miosina resultando na contração muscular (Campbell et al., 1987, Satelle et al., 2008). Em decorrência da intoxicação pelas diamidas, o inseto sofre uma súbita cessação da alimentação, letargia, paralisia e por fim, morte (Hanning et al., 2009).

Canais de Ca^{+2} semelhantes aos RYR são encontrados em membranas do vacúolo, retículo endoplasmático e vesículas de células vegetais, como os receptores de Inositol Trifosfato (IP_3R) e os receptores de Adenosina Difosfato Ribose cíclico (cADPR), induzidos por Inositol Trifosfato (IP_3) e Adenosina Difosfato Ribose cíclico (cADPR), respectivamente, são abertos, permitindo a passagem dos íons de Ca^{+2} para o citosol (Inácio et al., 2011; Maathuis, 2011).

Dentre as funções do Ca^{+2} no tecido vegetal estão a divisão e extensão celular, processo extremamente importante para o crescimento da raiz e dos tubos polínicos. O Ca^{+2} é armazenado no retículo endoplasmático, nos cloroplastos e no vacúolo no qual aparece na concentração 10^5 vezes maior que no citosol, onde a concentração de Ca^{+2} é extremamente baixa, sendo mantida entre 0,1 e 0,2 $\mu\text{mol L}^{-1}$, o que é essencial para a célula pois, previne a precipitação do fosfato, evita a competição com o Mg^{+2} , pelos pontos de ligação e é um pré-requisito para a atuação do Ca^{+2} como mensageiro secundário, tornando o Ca^{+2} importante função regulatória, inclusive no equilíbrio entre anions e cátions e na regulação osmótica da célula (Furlani, 2004; Inácio et al., 2011).

Nos frutos, uma baixa concentração de Ca^{+2} é necessária para garantir a rápida expansão celular e permeabilidade de membranas, pois o cálcio confere rigidez a essas estruturas. A planta mantém baixo o teor de Ca^{+2} nos frutos pela diluição resultante do

crescimento e pela diluição resultante do crescimento e pela precipitação do cálcio no floema na forma de oxalato (Furlani, 2004).

De acordo com O'Brien & Ferguson (1997), o cálcio está envolvido na morte programada da célula vegetal, resultante da desorganização de funções como a perda da permeabilidade seletiva da membrana, e a não operação dos mecanismos de sinalização em que o cálcio opera como mensageiro, levando a vários eventos citológicos onde a morte da célula se inicia pela perda da compartimentação do cálcio aumentando seu teor no citosol (Malavolta, 2006).

Portanto, o efeito gerado no número de vagens, e conseqüentemente na produtividade da soja, mesmo não apresentando diferença em relação ao nível de proteção exercido entre a Flubendiamida e o Nr 2,0 Kg ha⁻¹, pode ter ocorrido devido ao efeito do primeiro em relação aos canais de cálcio, aumentando seu teor de forma fitotóxica e levando ao abortamento das vagens e conseqüentemente a sua redução. Essa hipótese necessita de testes específicos que elucidem essa possibilidade.

Este trabalho destaca o potencial da utilização da bactéria *B. thuringiensis* e o fungo *N. rileyi* para o controle das populações de *C. includes*. Estudos dessa natureza não foi reportado na literatura científica, necessitando de mais estudos envolvendo número de aplicações, doses diferentes dos entomopatógenos e maiores densidades de insetos para se propor um programa de controle microbiano de *C. includes*.

CONCLUSÕES

A aplicação de *B. thuringiensis* nas doses de 200 e 350 mL ha⁻¹ e de *N. rileyi* na dose de 5,0 Kg ha⁻¹ foram as mais eficientes na redução do número de lagartas de *C. includens*.

A produtividade e o número de vagens por plantas foram superiores para os tratamentos biológicos em detrimento ao químico.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. *Controle Microbiano de Insetos*. 2ª ed. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: Piracicaba, 1998. p. 289-382.
- ALVES, S. B.; NAKANO, O.; NAKAYAMA, K. *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, eficiente patógeno de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802). *Ecossistema*, v. 3. p. 77, 1978.
- BERLITZ, D. L.; GIOVENARDI, M.; FIUZA, L. M. Toxicology effects of δ -endotoxins and δ -exotoxins of *Bacillus thuringiensis* in Wistar rats. *Neotropical Biology and Conservation*. v.1, n.1, p. 35-38, 2006.
- BERNARDES, C. O.; POLANCZYK, R. A. Patogenicidade e Virulência de *Bacillus thuringiensis* Berliner Para *Anticarsia gemmatilis* Hübner. In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e V Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior na Universidade do Vale do Paraíba, 2011, São José dos Campos. XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e V Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior na Universidade do Vale do Paraíba, 2011.
- BUENO, A. F.; et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN- CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Embrapa, Brasília. 2012, p. 493-629.
- CAMPBELL, K. P. et al. *Identification and characterization of the high affinity [3H] Ryanodine receptor of the junctional sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ release channel*. Journal of Biological Chemistry, Bethesda, v. 262, p. 6460-6463, 1987.
- CARVALHO, L. C.; FERREIRA, F. M.; BUENO N. M. Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v. 8, n. 15; p. 1021-1034, 2012.

- CORREIA, B. S.; SMITH, J. G. *Nomuraea rileyi* attacking the bean Caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* in Paraná. *Florida Entomologist*, Homestead, v. 58, p. 280, 1975.
- CHABOUSSOU, F. As repercussões dos agrotóxicos sobre a fisiologia da planta. In: _____. *Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas – a teoria da trofobiose*. Ed. Expressão Popular: São Paulo, 2006. p. 103-140.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. *Fisiologia Vegetal*. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2004, p. 40-75.
- GALLO, D. (*In Memoriam*); et al. *Entomologia Agrícola*. 3.^a ed., v. 10, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: Piracicaba, p. 920, 2002.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. *The insects: an outline of entomology*. 3.^a ed. Blackwell Publishing: Oxford, p. 505, 2005.
- HABIB, M. E. M.; ANDRADE, C. F. S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S. B. *Controle Microbiano de Insetos*. 2.^a ed. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: Piracicaba 1998. p. 383-446.
- HANNING, G. T.; ZEIGLER, M.; MARCON, P. G. *Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups*. *Pest Management Science: Sussex*, v. 65, p. 969-974, 2009.
- HENDERSON, C. F., TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, Baltimore, v. 48, n. 2, p. 157-161, 1955.
- 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*, San Diego, v. 28, p. 259-262, 1976.

- IGNOFFO, C. M. The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticide. In: BURGESS, H. D. (Ed). *Microbial control of pests and plants diseases 1970-1980*. Academic Press, London, p. 413-538, 1981.
- INÁCIO, M. C., et al. *Mensageiros secundários relacionados à ação dos hormônios vegetais*. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.17, n. 4, p. 438-446, 2011.
- LAHM, G. P. D. *Excitation-contraction coupling in skeletal muscle: comparisons with cardiac muscle*. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, New Jersey, v. 27, p. 216-224, 2000.
- LEE, C.; HERBEK, J. *Estimating Soybean Yield*. University of Kentucky – College of Agriculture, disponível em: <<http://www2.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr188/agr188.pdf>> Acesso em: 08 jan. 2016.
- LOUREIRO, E. S.; et al. Produção de isolados de *Metarhizium anisopliae*, selecionados para o controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 72, p. 469-472, 2005.
- MAATHUIS, F. J. M. Vacuolar Ion Channels: Roles as Signalling Mechanisms and In Plant Nutrition. In: DEMIDCHIK, V.; MAATHUIS, F. J. M. (ED). **Ion Channels and Plant Stress Responses**. Springer-Verlag, Berlin, 2010, p. 191-206.
- MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G. B. *Fisiologia Vegetal*. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2004, p. 114-178.
- MALAVOLTA, E. Cálcio. In: _____. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Editora Agronômica Ceres: São Paulo, 2006, p. 223-249.
- MARTINS, G. L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Eficiência de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, v. 2, n. 4, p. 25–30, 2015.

- MASCARENHAS, R. N.; BOETHEL, D. J. Development of diagnostic concentrations for insecticide resistance monitoring in soybean looper (Lepidoptera:Noctuidae) larvae using an artificial diet overlay bioassay. *Journal of Economic Entomology*, v. 93, p. 897-904, 2000.
- MOSCARDI, F. et al. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Embrapa. Brasília. 2012, p. 213-334.
- NEVES, P. M. O. J.; HIROSE, E. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle biológico da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Neotropical Entomology*, v. 34, p. 77-82, 2005.
- O'BRIEN, I. E.; FERGUSON, I. B. Calcium signalling in programmed cell death in plant. In: ANDO, T. et al. *Plant nutrition for sustainable food production and environment*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1997, p. 99-103.
- 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. *JBiopest*, v. 7, p. 106-115, 2014.
- PEREIRA, J. M. et al. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 140-143, 2009.
- PUTTLER, B.; IGNOFFO, C. M.; HOSTETTER, D. L. Relative susceptibility of nine caterpillar species to the fungus *Nomuraea rileyi*. *Journal of Invertebrate Pathology*, San Diego, vol. 27, p. 269-270, 1976.
- POLANCZYK, R. A.; DA SILVA, R. F. P.; FIUZA, L. M. Effectiveness of *Bacillus Thuringiensis* Strains Against *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Brazilian Journal of Microbiology*, vol. 31, p. 165-167, 2000.

SATTELLE, D. B.; CORDOVA, D.; CHEEK, T. R. *Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemicals*. Invertebrate Neuroscience, Southampton, v. 8, p. 41-48, 2002.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN- CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Embrapa, Brasília. 2012, p. 673-723.

SRISUKCHAYAKUL, P.; WIWAT, C.; PANTUWATANA, S. Studies on the pathogenesis of the local isolates of *Nomuraea rileyi* against *Spodoptera litura*. Nakhon Pathom: *Science Asia*, v. 31, p. 273-276, 2005.

SUJII, E. R.; CARVALHO, V. A.; TIGANO, M. S. Cinética da Esporulação e Viabilidade de Conídios de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson sobre Cadáveres da Lagarta-da-Soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), em Condições de Campo. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 1, p. 085-090, 2002a.

SUJII, E. R.; TIGANO, M. S.; SOSA-GOMES, D. Simulação do impacto do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1551-1558, 2002b.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Translocação no Floema. In: _____. *Fisiologia Vegetal*. 5ª Ed. Porto Alegre: Editora Artmed S.A., 2013. p. 221-249.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos Chapadões. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2007.

US - University Sussex. *Full list of delta-endotoxins*. Disponível em <http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/Neil_Crickmore/Bt/toxins2.html> Acesso em: 28 jan. 2016.

PESQUISA AGROPECUÁRIA TROPICAL (PAT)

Diretrizes para Autores

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT) é o periódico científico trimestral editado pela Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (e-ISSN 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos cuja temática tenha aplicação direta na agricultura tropical. Logo, a vinculação indireta do objeto de estudo com essa temática não é razão suficiente para que uma submissão seja aprovada para seguir no processo editorial deste periódico. Notas Técnicas, Comunicações Científicas e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial.

A submissão de trabalhos é gratuita e deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível por meio do endereço www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat. Os autores devem manifestar, por meio de documento (**ver sugestão de modelo**) assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar, anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente).

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção “Agradecimentos” é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e

sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave – em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores).

Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa. Experimentos conduzidos em condições de campo devem apresentar dados oriundos de, pelo menos, dois ciclos de produção, ou dois anos de avaliação.

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, **serão publicados apenas em Inglês**. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas, com linhas numeradas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão .doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre as linhas. A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título* (máximo de 20 palavras); *resumo* (máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); *palavras-chave* (no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por ponto-e-vírgula); *título em Inglês*; *abstract*; *key-words*; *Introdução*; *Material e Métodos*; *Resultados e Discussão*; *Conclusões*; *Agradecimentos* (se necessário, em parágrafo único) e *Referências*. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores, com suas afiliações e endereços (incluindo *e-mail*) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema “autor-data”. Apenas a inicial do sobrenome do autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo “&” deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, “et al.”. Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de *sites* particulares na Internet.
3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos autores, de acordo com a norma NBR 6023:2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a seguinte adequação: não é necessária a inclusão da cidade após os títulos de periódicos. Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.
4. As tabelas e figuras (dispostas no decorrer do texto) devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*). As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.
5. A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT (www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, conseqüentemente, agilizar a publicação.
6. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva

responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

Endereço e contatos:

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT)

Escola de Agronomia

Universidade Federal de Goiás

Caixa Postal 131 - Campus II (Samambaia)

CEP 74.001-970 - Goiânia, GO – Brasil

E-mail: gilsonrevistaufg@gmail.com

Telefone: (62) 3521-1552

Homepage: <http://www.agro.ufg.br/pat> ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat

Declaração de Direito Autoral

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito é original e inédito (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados) e não está sendo submetido a publicação em outra revista ou periódico.
2. Os autores manifestam, por intermédio de documento assinado por todos, anuência acerca da submissão, assumindo conhecimento da política editorial

adotada na revista PAT (SEM O DOCUMENTO ASSINADO, O ARTIGO NÃO SERÁ AVALIADO).

3. O manuscrito foi preparado em perfeita conformidade com as **Diretrizes para Autores**, disponíveis na seção "Sobre a Revista", incluindo a remoção de qualquer identificação de autoria.
4. O trabalho não envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, ou, em caso afirmativo, recebeu aprovação de Comitê de Ética em Pesquisa (o parecer do Comitê será imediatamente encaminhado à Secretaria da Revista PAT).

Declaração de Direito Autoral

Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.