



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ROBERTA VIEIRA DE CARVALHO**

**MORTALIDADE DE *Chrysodeixis includens* (WALKER, [1858]) (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE) CAUSADA POR INSETICIDAS QUÍMICOS E *Bacillus thuringiensis*  
var. *aizawai* PRODUZIDO EM BIORREATOR INDUSTRIAL**

**FORTALEZA, CEARÁ  
2022**

ROBERTA VIEIRA DE CARVALHO

**MORTALIDADE DE *Chrysodeixis includens* (WALKER, [1858]) (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE) CAUSADA POR INSETICIDAS QUÍMICOS E *Bacillus thuringiensis*  
var. *aizawai* PRODUZIDO EM BIORREATOR INDUSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*  
Coorientadora: Marianne Gonçalves Barbosa, *D. Sc.*

FORTALEZA, CEARÁ  
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C327m Carvalho, Roberta Vieira de.  
Mortalidade de *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) causada por inseticidas químicos e *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* produzido em biorreator industrial / Roberta Vieira de Carvalho. – 2022.  
36 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.  
Coorientação: Profa. Dra. Marianne Gonçalves Barbosa.

1. Controle biológico. 2. Produção on farm. 3. Lagarta falsa-medideira. I. Título.

CDD 630

---

ROBERTA VIEIRA DE CARVALHO

**MORTALIDADE DE *Chrysodeixis includens* (WALKER, [1858]) (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE) CAUSADA POR INSETICIDAS QUÍMICOS E *Bacillus thuringiensis*  
var. *aizawai* PRODUZIDO EM BIORREATOR INDUSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal do Ceará,  
como um dos requisitos para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovada em: 04/Maio/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.* (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Marianne Gonçalves Barbosa, *D. Sc.* (Coorientadora)  
Cooperativa de Trabalho dos Profissionais de Agronomia LTDA - UNICAMPO

---

Fernando Augusto da Silveira, *D. Sc.*  
MOARA Bioestimulantes Agroambientais LTDA

---

Caique Duarte Batista, Eng. Agrônomo  
AGROPAULO Agroindustrial S/A

A Deus.

A minha avó Quitéria.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por nunca ter permitido que eu desistisse completamente e me sustentado durante essa jornada incrível. Agradeço a minha linda família, por sempre me incentivar e apoiar, especialmente meu pai Paulo, obrigada por me ensinar e me fazer acreditar que eu posso ser tudo que eu quiser, se lutar por isso; e a minha mãe Iolanda, obrigada por ter feito tudo que podia para eu nunca desistisse de mim, obrigada por dedicarem a vida para esse momento, obrigada por terem sido o perfeito equilíbrio para me ensinar tudo que eu precisava e por me permitirem voar quando chegou a hora. Agradeço as minhas irmãs Natanna e Vitória, que nas nossas imperfeições sempre foram meu complemento e por me ensinarem e me acompanharem sempre. A minha tia Renata e a minha avó Terezinha, que tanto contribuíram em todos os momentos da minha formação.

A Wender que me acompanhou e vivenciou cada fase, cada sofrimento e cada vitória comigo, e por ainda me dar razões para insistir; foram muitos sacrifícios até chegarmos aqui, tenho muito orgulho da vida que estamos construindo. Aos amigos que a UFC me presenteou, especialmente Leolete, Flaildo, Paulo, Rennan, Danilo, Larissa, Matheus, Pedro Ivo e Edilaine, obrigada por todas as noites insones estudando juntos, todos os jantares no Ordonez, todas as farras que fomos juntos, serei eternamente grata a Agronomia por ter me dado vocês, sem vocês eu não teria nada para contar desses anos de faculdade.

Ao prof. Patrik Luiz Pastori, que nunca deixou de me motivar e de acreditar na minha capacidade, que me guiou em todos os momentos, não só durante a elaboração deste trabalho, agradeço também pela oportunidade de ter ingressado no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), que me permitiu conhecer pessoas incríveis. Agradeço a todos meus colegas de laboratório, todos contribuíram de alguma maneira. A Marianne, não só pela coorientação, mas por todo empenho, preocupação e paciência, a gratidão que sinto não cabe em palavras.

Enfim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho, pelo carinho e incentivo.

Muito obrigada!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”  
(Madre Teresa de Calcutá).

## RESUMO

A soja, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill, é considerada o principal produto do agronegócio brasileiro, sendo seu cultivo vital para a economia brasileira. As plantas de soja sofrem com diversos problemas fitossanitários desde a emergência das plântulas até a maturação fisiológica, destacando o ataque de artrópodes-praga. A lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma das espécies que vem se destacando como praga-chave na cultura, consumindo folhas, flores e vagens. O controle químico de *C. includens* é o mais utilizado, no entanto, pode-se também utilizar a tecnologia soja *Bt*, onde as plantas já contêm o gene da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) ou então utilizando-se produtos biológicos formulados à base de *Bt*, os quais podem ser produzidos *on farm* utilizando biorreatores. Desta maneira, o trabalho foi conduzido para avaliar a eficiência de um produto biológico à base da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* produzido em larga escala em biorreatores industriais no controle de *C. includens* e, sua compatibilidade quando associado ao controle químico, utilizando inseticidas sintéticos. Os tratamentos consistiram em exposição das lagartas aos produtos isolados e em misturas sendo: *Bta* produzido em meio líquido 1 L/ha; Espinetoram (150 mL/ha); Espinetoram (80 mL/ha) + *Bta* (1 L/ha); Teflubenzurom (240 mL/ha); Teflubenzurom (240 mL/ha) + *Bta* (1 L/ha). A concentração  $1 \times 10^9$  UFC/mL de *Bta* foi utilizada individualmente ou em mistura. A avaliação da mortalidade foi realizada 24, 48, 72 e 96 horas após a aplicação. Observou-se que *Bta* produzido no biorreator industrial causou mortalidade, superior a 95,0%, de lagartas de *C. includens* que ingeriram a bactéria após 96 horas. O inseticida à base de espinosina, individualmente ou em mistura com *Bta* causou mortalidade de 100,0%. Já teflubenzurom causou mortalidade superior a 95,0% nas primeiras 24 horas. Portanto, a bactéria *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* produzida em biorreator industrial se mostrou efetiva para causar mortalidade de *C. includens* e não apresentou interações negativas quando associada aos inseticidas a base de espinosina e teflubenzurom.

**Palavras-chave:** controle biológico; produção *on farm*; lagarta-falsa-medideira.

## ABSTRACT

Soy, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill, is considered the main product of Brazilian agribusiness, and its cultivation is vital to the Brazilian economy. Soy plants suffer from several phytosanitary problems since seedling emergence until physiological maturity, highlighting the attack of pest arthropods. The soybean looper, *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae), is one of the species that has been highlighting as a key pest in the crop, consuming leaves, flowers and pods. For the control of *C. includens* the chemical control is the most used, although it can also be used the *Bt* soy technology, where the plants already contain the gene of the entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) or using biological products formulated based on *Bt*, which can be produced on farm or using bioreactors. In this manner, the work was conducted to evaluate the efficiency of a biological product formulated with the entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* (*Bta*) produced in large scale in industrial bioreactors in the control of *C. includens*, and its compatibility when associated with chemical control, using synthetic insecticides. The treatments consisted in the exposure of the caterpillars to isolated products and in combination, being: *Bta* produced in liquid solution 1 L/ha; Spinetoram (150 mL/ha); Spinetoram (80 mL/ha) + *Bta* (1 L/ha); Teflubenzuron (240 mL/ha); Teflubenzuron (240 mL/ha) + *Bta* (1 L/ha). The concentration  $1 \times 10^9$  CFU/mL of *Bta* was used individually or in combination with the insecticides. Mortality assessment was performed 24, 48, 72 and 96 hours after application. It was observed that *Bta* produced in the industrial bioreactor caused mortality, greater than 95.0%, of *C. includens* caterpillars that ingested the bacteria after 96 hours. The spinosyn-based insecticide, individually or in mixture with *Bta* caused 100.0% mortality. Teflubenzuron, on the other hand, caused more than 95.0% mortality in the first 24 hours. Therefore, the bacterium *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* produced in industrial bioreactor was effective to cause mortality of *C. includens* and showed no negative interactions when associated with the insecticides spinosyn and teflubenzuron.

**Keywords:** biological control; on-farm production; soybean looper.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mortalidade corrigida (%) total (96 h) de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) após exposição a inseticidas químicos à base de espinosina e teflubenzurom e biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* produzido em biorreator industrial..... 26
- Figura 2 – Mortalidade corrigida (%) de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) após exposição a inseticidas químicos à base de espinosina e teflubenzurom e biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* produzido em biorreator industrial ..... 26

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

MIP	Manejo Integrado de Pragas
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CNPSO	EMBRAPA Soja
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
LEA	Laboratório de Entomologia Aplicada

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1	Importância da cultura da soja para o Brasil e problemas fitossanitários .....	16
2.2	<i>Chrysodeixis</i> (= <i>Pseudoplusia</i> ) <i>includens</i> (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) .....	17
2.3	Manejo Integrado de Pragas (MIP) aplicado à sojicultura .....	18
2.4	<i>Bacillus thuringiensis</i> no controle de <i>Chrysodeixis includens</i> .....	20
2.5	Associação do controle biológico e químico .....	22
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
3.1	Criação de <i>C. includens</i> (Lepidoptera: Noctuidae) .....	24
3.2	Inseticidas .....	24
3.3	Produção de <i>B. thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> .....	25
3.4	Bioensaios .....	25
3.5	Análise Estatística .....	26
4	<b>RESULTADOS</b> .....	26
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	28
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	30
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	31
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32

## 1 INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* (Linnaeus) Merrill, é considerada o principal produto do agronegócio brasileiro, sendo seu cultivo responsável por aproximadamente R\$1,00 a cada R\$3,55 da produção do setor agrícola no país (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2021). Os grãos de soja possuem valor nutricional sendo utilizados na alimentação humana e animal (PANIZZI; MANDARINO, 1995; LÉLIS, 2007; VIANA, 2018) e, portanto, são fundamentais para o abastecimento mundial de alimentos. Tendo em vista a importância econômica e para alimentação, é possível compreender a preocupação com a redução de produção, principalmente quando é causada por problemas fitossanitários.

As plantas de soja sofrem com problemas fitossanitários diversos, desde a emergência das plântulas até a maturação fisiológica, destacando o ataque de artrópodes-praga (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; ÁVILA; GRIGOLLI, 2014). Nesse contexto, pode-se destacar espécies-praga que atacam raízes, vagens, folhas, flores e vagens. As espécies que atacam as folhas comprometem a produção de grãos (MOSCARDI et al., 2012). A lagarta-falsa-medideira *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *inclusens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma das espécies que vem se destacando como praga-chave na cultura. Essa espécie, *C. inclusens*, ataca a cultura da soja consumindo folhas, flores e vagens. Uma característica do ataque nas folhas é que somente o limbo foliar é consumido deixando-se as nervuras intactas, assim as folhas adquirem aspecto rendilhado característico do ataque de *C. inclusens* (ZULIN, 2016). Quando as lagartas se encontram do primeiro ao terceiro instar, alimentam-se de folhas novas, com baixo teor de fibras e, quando atingem o quarto instar em diante, tornam-se menos exigentes e passam a se alimentar de folhas mais velhas e fibrosas (BERNARDI, 2012). Estima-se que uma lagarta, até o fim do ciclo da fase larval, consome até 200 cm<sup>2</sup> de área foliar, o que pode ocasionar redução acima de 10% na produtividade (HERZOG, 1980; MARK BEACH e TODD, 1988; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; BUENO et al., 2011; MOSCARDI et al., 2012; ANDRADE et al., 2016; THIESEN, 2021).

É válido salientar que *C. inclusens* era considerada praga de importância secundária na soja, já que era controlada naturalmente por parasitoides e fungos entomopatogênicos (SOSA-GOMEZ et al., 2003; CARVALHO et al., 2012). Estudos demonstram que passou a ganhar *status* de praga primária após a entrada da ferrugem-asiática-da-soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* (Pucciniales: Phakopsoraceae) no Brasil nos anos de 2001/2002. O manejo dessa doença aumentou significativamente a aplicação de fungicidas e, provavelmente houve efeito negativo sobre fungos entomopatogênicos como *Metarhizium rileyi* (Hypocreales: Clavicipitaceae) que é um importante agente controlador dessa lagarta. A partir da safra de

2003/2004, vários surtos da praga foram constatados em plantações de soja de diversos Estados brasileiros (MS, GO, SP e PR) (BUENO et al., 2007; CARVALHO et al., 2012).

O controle químico de *C. includens* é o mais utilizado, sendo recomendado, dentre outros inseticidas, a aplicação de espinosinas - 120 g i.a./L SC (espinetoram); teflubenzurom - 150 g i.a./L SC (benzoiluréias) (AGROFIT; 2022). O uso de inseticidas reguladores de crescimento é relativamente comum para o controle de lagartas na cultura da soja, como é o caso do teflubenzurom, pertencente ao grupo dos inibidores da biosíntese de quitina (STACKE et al., 2019; QUEIROZ et al., 2020). Considera-se também, dentro do manejo, visando evitar a evolução da resistência de insetos à inseticidas, o uso de inseticidas com modo/sítio de ação diferente, como é o caso da espinosina que possui mecanismo de ação distinto do teflubenzurom sendo, portanto, uma alternativa para o manejo da resistência de *C. includens* a inseticidas reguladores de crescimento (QUEIROZ et al., 2020). No entanto, a lagarta-falsa-medideira pode também ser controlada pela tecnologia soja *Bt*, isto é, plantas geneticamente modificadas (transgênicas) (FAZAM et al., 2013). Atualmente, as plantas transgênicas contêm genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) que codificam toxinas letais para determinados grupos de insetos. As plantas *Bt* apresentam potencial para minimizar perdas causadas por insetos-praga, principalmente da ordem Lepidoptera, dispensando assim o uso de inseticidas (FAZAM et al., 2013; GLOOR et al., 2017) ou utilizando produtos biológicos formulados à base de *Bt*. Esses produtos podem ser adquiridos prontos para uso ou produzidos nas propriedades por meio da multiplicação em processos *on farm*. O projeto de Lei nº 658 de 2021 define manejo biológico *on farm* como “atividades realizadas pelos produtores rurais relacionadas à multiplicação de isolado, linhagem, cepa ou estirpe de AMC, ou à multiplicação de bioinsumo pré-fermentado, a partir de processo de fermentação em biofábricas instaladas em seus estabelecimentos rurais, visando a produção de biofermentados para uso próprio exclusivamente em seus estabelecimentos rurais”. Quando a multiplicação tiver como objetivo a obtenção de produtos com propriedades inseticidas, o processo deve ser realizado utilizando biorreatores específicos que garantem qualidade e condições ideais, reduzindo assim as chances de produção de produtos de baixa qualidade e ineficientes por estarem contaminados e também causar danos ao ambiente e à população em geral (MONNERAT et al., 2018). Os biorreatores possuem entrada de ar, água e nutrientes esterilizados, sendo possível controlar, além destes parâmetros, o pH, a temperatura e, a taxa de oxigênio dissolvido (JAGANI et al., 2010; SANTOS et al., 2020) resultando na multiplicação segura dos microrganismos.

A adoção desses métodos de controle exige cuidados, especialmente em cenários de utilização de culturas *Bt* com baixa diversidade de proteínas, uma vez que podem acarretar

na seleção de indivíduos resistentes (DOURADO, 2016; VIANA, 2018). A resistência é uma consequência de processos evolutivos básicos. Os indivíduos resistentes são capazes de tolerar a proteína *Bt* e passar essa característica para seus descendentes (BERNARDI et al., 2016). Além disso, defensivos agrícolas são, por definição, produtos que podem causar problemas de toxicidade e, reduzir seu uso, também reduz os riscos para o homem e o ambiente (STABACK et al., 2020). Portanto, a integração adequada entre os métodos de controle favorece o sucesso da produção, além de preservar os inimigos naturais favorecendo a implantação de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (CARVALHO et al., 2012).

Desta maneira, o trabalho foi conduzido para avaliar a eficiência de um produto biológico à base da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* produzido em larga escala em biorreatores industriais no controle de *C. includens*, e sua compatibilidade quando associado ao controle químico, utilizando inseticidas sintéticos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância da cultura da soja para o Brasil e problemas fitossanitários

A soja, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill foi introduzida no Brasil desde a década de 1970 e é explorada comercialmente para a produção de grãos. O cultivo dessa planta é responsável pela maior parte da produção agropecuária brasileira, pois corresponde a aproximadamente R\$1,00 a cada R\$3,55 da produção do setor no país (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2021) sendo então de importância vital para a economia brasileira.

As plantas de soja podem ser atacadas por diversas pragas desde a germinação das sementes e emergência das plântulas até a fase de maturação fisiológica (ÁVILA & GRIGOLLI, 2014), sendo o controle, um dos principais riscos à sojicultura e um dos maiores problemas da gestão do negócio agrícola (MONNERAT et al., 2020). Dessas pragas, as lagartas que se alimentam de folhas e os percevejos que sugam as vagens e os grãos constituem os grupos de pragas mais importantes e são consideradas pragas principais (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012).

Devido ao ataque dos artrópodes desfolhadores, as plantas de soja podem ter a produtividade comprometida, devido à redução da área foliar fotossinteticamente ativa. O grau de desfolha varia em função do tempo de permanência da injúria (por um dia, uma semana ou um mês) ou ainda do estágio fenológico da planta (vegetativo ou reprodutivo). Como lagartas desfolhadoras destacam-se: A lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), por sua abundância e ocorrência frequente, a lagarta-falsa-medideira,

*Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *inclusens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) e, espécies de *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) (MOSCARDI et al., 2012).

## **2.2 *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *inclusens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae)**

A espécie *C. inclusens* tem ocorrência restrita ao hemisfério Ocidental, sendo amplamente difundida nas Américas (MOSCARDI et al., 2012). O ciclo de vida tem duração média de 46 dias, sendo cerca de cinco dias em estágio ovo e 20 dias na fase larval (JOST & PITRE, 2002). Os adultos são mariposas com 35 mm de envergadura de asas, dispostas em forma inclinada. As asas anteriores são de coloração escura, com duas manchas prateadas brilhantes na parte central do primeiro par, e as asas posteriores são de coloração marrom (GALLO et al., 2002; SOSA-GÓMEZ et al., 2010; MOSCARDI et al., 2012). Esse artrópode-praga possui elevada taxa reprodutiva, podendo uma fêmea, durante seu ciclo de vida, ovipositar cerca de 700 ovos (JOST & PITRE, 2002).

Os ovos são ovipositados pela fêmea no período da noite e na superfície inferior das folhas de soja de forma individualizada, sendo globulares, medindo cerca de 0,5 mm de diâmetro, de coloração branca, translúcidos e brilhantes logo após a oviposição, mas tornam-se de coloração marrom-clara após a emergência da larva (PETERSON, 1964; JOST & PITRE, 2002; MOSCARDI et al., 2012; ÁVILA & SOUZA, 2015).

As lagartas possuem coloração verde clara, com listras longitudinais brancas e pontuações pretas. No último estágio larval, atingem de 40 a 45 mm de comprimento (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Depois do último instar larval, a lagarta se transforma em pupa, que ocorre sob uma teia, construída em fios de seda, tecida em dois dias pelo próprio inseto, em geral na face abaxial das folhas (SOSA-GÓMEZ et al., 2010; ÁVILA & SOUZA, 2015). A pupa tem coloração verde, mede aproximadamente 16 mm e se desenvolve no período de 7 dias, quando há a emergência dos adultos (ÁVILA & SOUZA, 2015).

As lagartas são polífitas alimentando-se de vasta gama de plantas hospedeiras, sendo 73 registros apenas no Brasil, pertencentes a 29 famílias botânicas (BERNARDI, 2012). Plantas de soja são consideradas uma das principais hospedeiras. As lagartas são conhecidas popularmente por falsas-medideiras devido ao modo como se locomovem ‘medindo palmos’. Esse caminhar é proporcionado uma vez que as lagartas possuem apenas dois pares de “falsas pernas” na região abdominal e um na região caudal (ÁVILA & SOUZA, 2015). Lagartas de primeiro instar se alimentam de folhas com menor teor de fibras e mais tenras. A partir do quarto instar consomem maior área foliar, deixando íntegras as nervuras principais, o que confere aspecto rendilhado as folhas, sinal bem característico do ataque dessa espécie (BUENO

et al., 2007). Estima-se que até o fim do ciclo da fase larval, uma lagarta possa consumir até 200 cm<sup>2</sup> de área foliar, o que pode ocasionar reduções acima de 10% na produtividade (HERZOG, 1980; MARK BEACH & TODD, 1988; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; BUENO et al., 2011; MOSCARDI et al., 2012; ANDRADE et al., 2016; THIESEN, 2021). O que torna cada vez mais necessário a utilização das técnicas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) para monitoramento e tomada de decisão nas estratégias e técnicas de controle.

### **2.3 Manejo Integrado de Pragas (MIP) aplicado à sojicultura**

O MIP consiste em um processo de tomada de decisão utilizando diferentes técnicas para o controle de pragas, de maneira sustentável e economicamente viável (PROKOPY; KOGAN, 2003). Dentro desse contexto conceitual do MIP, foi adaptado e introduzido no Brasil, o MIP-Soja em meados da década de 1970 considerando o aumento expressivo das áreas de cultivo e consequente elevação na incidência de pragas nas lavouras. A fundação do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo) hoje Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) no início da década de 1970 e as parcerias com as Universidades e outras Instituições públicas foram fundamentais para as pesquisas e adaptações das técnicas de MIP para a soja brasileira (GAZZONI, 1994; BUENO et al., 2012; STABACK et al., 2020).

Mesmo com o sucesso na aplicação da filosofia do MIP na soja brasileira na década de 1970, uma análise da situação contemporânea do controle de pragas na cultura concluiu que os princípios do MIP foram, em grande parte, abandonados pelos produtores em contraste com a crescente adoção de um sistema considerado como convencional (PANIZZI, 2006). A produção de soja realizada da forma convencional prevê a aplicação de defensivos agrícolas de forma sistematizada e até mesmo calendarizada, na qual o uso do defensivo é definido pelo tamanho e pela idade das plantas, sem que seja levada em consideração a intensidade do ataque de pragas (BUENO et al., 2012; STABACK et al., 2020). No entanto, em sistemas que adotam MIP, a produção tende a ser maior quando comparada a produção obtida no sistema convencional, confirmando a eficiência e confiabilidade das tecnologias empregadas, reduzindo custos e o número de aplicações e, mantendo os mesmos níveis esperados de produtividade (CORRÊA et al., 2013; STABACK et al., 2020).

A adoção do MIP, incluindo os ajustes para o MIP-Soja, incluem pilares dessa filosofia como a avaliação do agroecossistema em seu contexto amplo, a amostragem para acompanhar a evolução populacional do artrópode-praga definindo os níveis de equilíbrio, de controle e de dano econômico (STERN et al., 1959; PASTORI et al., 2019). Um dos métodos mais utilizados e eficientes para amostragem de alguns artrópodes-praga que atacam a cultura

da soja é o pano de batida que consiste em um pano de cor branca, preso em duas varas, com 1m de comprimento, o qual deve ser estendido entre duas fileiras de soja. As plantas da área compreendida pelo pano devem ser sacudidas vigorosamente sobre o mesmo, havendo, assim, a queda dos artrópodes-praga que deverão ser contados. Esse procedimento é repetido pelo menos em 10 pontos em talhões de 10 até hectares (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012; STABACK et al., 2020), considerando-se por fim a média de todos os pontos amostrados (MOSCARDI et al., 2012).

Para a cultura da soja, o nível de controle é atingido quando forem encontradas, em média, 20 lagartas maiores que 1,5 cm por pano de batida e/ou média de desfolha de 30% no estágio vegetativo e 15% no reprodutivo (CORRÊA-FERREIRA, 2018). Se o nível de controle for atingido, haverá então a tomada de decisão, seguindo os conceitos do MIP e será escolhido o melhor método de controle, levando em consideração as condições operacionais, ambientais e viabilidade econômica.

O emprego do sistema de monitoramento de pragas aumenta a produtividade em cerca de 9,1% (resultado econômico direto), além de reduzir o custo financeiro (STABACK et al., 2020). Também resulta em economia de água, combustível e mão-de-obra para o produtor, sem contar os custos dos defensivos e redução dos riscos laborais relacionados à atividade de aplicar produtos químicos e operar máquinas agrícolas (AVILA; SANTOS, 2018).

Como parte do MIP-Soja podem ser empregados vários métodos de controle, como o biológico e o químico visando reduzir as populações das principais pragas agrícolas. Além disso, a rotação de culturas e a manipulação da época de semeadura têm sido recomendadas principalmente para insetos de ciclo longo (HOFFMANN-CAMPO et al; 2000).

O controle da lagarta-falsa-medideira tem sido realizado pelo uso de inseticidas químicos sintéticos (MARTINS; TOMQUELSKI, 2015; RAMOS et al., 2017; PERINI et al., 2019; STACKE, 2020). Os inseticidas aplicados nas lavouras de soja pertencem principalmente aos grupos químicos dos piretróides, organofosforados e carbamatos (MARTINS; TOMQUELSKI, 2015). O uso de inseticidas reguladores de crescimento é comum para o controle de lagartas na cultura da soja, caso do teflubenzurom, pertencente ao grupo dos inibidores da biosíntese de quitina (STACKE et al., 2019; QUEIROZ et al., 2020). Pensando-se em rotação de princípios ativos, foi levado em consideração que a espinosina possui um mecanismo de ação distinto do teflubenzurom sendo, portanto, uma alternativa para o manejo da resistência de *C. includens* a inseticidas reguladores de crescimento (QUEIROZ et al., 2020).

Além do controle químico, variedades transgênicas de plantas *Bt*, as quais consistem em plantas geneticamente modificadas pela adição do genoma das bactérias *Bt*,

conferem resistência ao ataque de determinados desfolhadores como a lagarta-falsa-medideira. As lagartas, ao se alimentarem das folhas contendo os cristais que são ativados no intestino, tem o conteúdo intestinal extravasado, acabam paralisando a alimentação e morrendo (SIMONATO et al., 2014).

No contexto geral e considerando as técnicas do MIP, vem ganhando destaque a utilização do controle biológico nas diversas culturas agrícolas tornando-se uma das mais importantes e promissoras ferramentas. O controle biológico consiste na regulação inimigos naturais pelos agentes bióticos de mortalidade onde uma população da presa/hospedeiro é regulada por outra população, nesse caso, do inimigo natural (PARRA et al., 2002; SIMONATO et al., 2014).

A cultura da soja é um exemplo clássico de um dos maiores programas de controle biológico do mundo uma vez que dentro do MIP-Soja, desenvolvido pela Embrapa Soja (CNPSo) e por outras instituições parceiras, desenvolveu-se e estimulou o uso de *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta-da-soja, *A. gemmatalis*, uma tecnologia sem risco ao homem e ao ambiente (SIMONATO et al., 2014). Além disso, é possível citar ainda a utilização do parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que apresenta potencial para o controle de várias espécies do complexo de lepidópteros desfolhadores da cultura da soja, por ser um parasitoide generalista e de fácil criação e multiplicação em laboratório (BUENO, 2008; FAVETTI et al., 2017).

Dentre os microbiológicos para o controle de insetos, destacam-se os que têm a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bacillales: Bacillaceae) (*Bt*) como princípio ativo. No Brasil, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), existem 37 produtos comerciais registrados que têm *Bt* em sua formulação (AGROFIT, 2022). Os principais insetos-alvo da utilização de bioinseticidas à base de *Bt* são as lagartas que atacam diferentes culturas como soja, milho, algodão, tomate, brássicas, frutas, entre outras (MONNERAT et al., 2020).

#### **2.4 *Bacillus thuringiensis* no controle de *Chrysodeixis includens***

*Bacillus thuringiensis* é uma bactéria de solo, Gram positiva, esporulante e anaeróbica facultativa e é, dentre as bactérias utilizadas no controle biológico, responsável por uma faixa considerável do mercado de bioinseticidas (VALADARES-INGLIS et al., 1998; MONNERAT; BRAVO, 2000). A atividade entomopatogênica desse microrganismo deve-se à presença de um cristal, composto por proteínas denominadas ô-endotoxinas ou proteínas cristal (Cry), as quais apresentam ação extremamente tóxica para insetos (SIMONATO et al., 2014) e

inofensivas aos mamíferos, incluindo o homem, a flora em geral e alguns invertebrados (MONNERAT; BRAVO, 2000).

Os cristais proteicos produzidos no início da esporulação são solubilizados em meio alcalino do intestino médio dos insetos, especialmente da Ordem Lepidoptera. Na presença de proteases, os cristais proteicos tóxicos liberam fragmentos denominados d-endotoxinas que atuam no sistema digestivo causando ruptura e paralisia do epitélio do intestino médio, reduzindo em 95% a alimentação em poucas horas, o que evita a desfolha das plantas. O rompimento das paredes do intestino médio do inseto propicia o extravasamento do conteúdo intestinal para a hemocele, interrompendo a alimentação e resultando na morte da larva/lagarta por inanição ou septicemia (MOSCARDI, 2003; BRAVO et al., 2011; SAMPAIO, 2017).

Os bio defensivos a base de *Bt* são considerados específicos, sendo indicados para o controle de lagartas e, geralmente contém uma mistura de esporos e de cristais secos das toxinas. Os produtos são aplicados por pulverização via foliar e as lagartas, ao se alimentarem das folhas, ingerem as proteínas inseticidas (deltaendotoxinas), que serão ativadas pelo pH alcalino (maior que 7,0) do trato digestivo (SIMONATO et al., 2014). Portanto, o risco de causar toxicidade em seres humanos é praticamente zero, pois a ativação da proteína inseticida ocorre em pH maior que 7,0, mas o pH do trato digestivo em seres humanos é ácido, o que impede a ativação da proteína inseticida (SIMONATO et al., 2014).

No Brasil, o uso de bioinseticidas comerciais à base desta bactéria aumentou a partir da safra 2013/2014, devido aos prejuízos causados por *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em diversas culturas. Entretanto, o alto custo e escassez de produtos fizeram com que os produtores iniciassem a produção de bioinsumos na própria propriedade rural, abordagem conhecida como produção *on farm* (MONNERAT et al., 2018). Esse tipo de produção é determinado pelo decreto nº. 6.913 de julho de 2009, que traz em seu artigo 1º e §8º a determinação de que “ficam isentos de registro os produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica produzidos exclusivamente para uso próprio.” A partir deste decreto, houve crescimento exponencial da produção de produtos de origem microbiológica nas próprias fazendas, produção essa que ficou conhecida como multiplicação *on farm* (SANTOS et al., 2020).

A produção *on farm* apresenta algumas vantagens sobre o uso de produtos comerciais. A maior delas é a redução dos custos para o agricultor, devido à fabricação própria e à inexistência dos custos de transporte e armazenamento. Entretanto, essa fabricação também importa em alguns riscos, sendo o maior deles, o da contaminação do caldo fermentado com microrganismos patogênicos ao ser humano (MONNERAT et al., 2018). A presença de uma

única célula de um microrganismo contaminante pode ser suficiente para garantir sua multiplicação em taxas, algumas vezes, maior que a do microrganismo alvo da multiplicação, colocando a perder todo um lote do produto (SCHMIDELL et al., 2001; SANTOS et al., 2020), gerando um produto sem efeito agrônômico e com contaminantes que podem representar riscos para a saúde humana (SANTOS et al., 2020).

Na região do Vale do São Francisco, 12 amostras de produtos multiplicados de diversas bactérias via tanques de multiplicação abertos, foram coletadas em cinco propriedades sendo analisados pH, quantidade total de bactérias heterotróficas, coliformes totais, coliformes termotolerantes, análise macro e microscópica e presença de *Salmonella* sp. e observou-se contaminação em 100% das amostras (SANTOS et al., 2020). Esse resultado demonstra assim que as multiplicações *on farm* devem ser realizadas empregando-se tecnologias adequadas e responsabilidade técnica para a execução do processo. Nesse contexto, a utilização dos biorreatores industriais, além da esterilização do meio, permite controle da espuma, do pH, da temperatura, da agitação e da saturação de oxigênio (SOARES, 2006; MONNERAT et al., 2018) garantindo a multiplicação dos microrganismos de interesse sem a presença de contaminantes e/ou metabólitos indesejados.

## 2.5 Associação do controle biológico e químico

O controle químico, traz vantagens quando comparado com outras técnicas e, em alguns casos, é possível afirmar que o controle se torna mais efetivo, de menor custo, de rápida aplicação e resultado, requerendo “menor” conhecimento técnico por parte do aplicador quando utilizado de modo correto. Entretanto, quando esse tipo de controle é utilizado maneira errônea e indiscriminada, pode causar desequilíbrios biológicos, bem como promover o desenvolvimento da evolução da resistência de insetos-praga aos inseticidas, a ressurgência de pragas, o aumento do ataque de pragas secundárias, efeitos negativos em insetos não-alvo, como inimigos naturais e polinizadores. Pode também impactar negativamente o ambiente com a contaminação da água, do solo, das plantas adjacentes e causar intoxicações em várias formas vivas, dentre estas, o próprio homem (DENT, 1995; NORRIS et al., 2003; REDOAN, 2011; SILVA, 2017).

No caso dos inseticidas biológicos registrados para o controle biológico de *C. includens*, principalmente derivados de bactérias (*Bacillus thuringiensis* Berliner) e de vírus (*Chrysodeixis includens nucleopolyhedrovirus* - ChinNPV) (BUENO et al., 2011; GODOY et al., 2019; THIESEN, 2021) pode-se aferir que, o uso intensivo e exclusivo destas tecnologias

traz consigo os riscos de evolução da resistência e perda parcial ou total dos benefícios em médio prazo (JIN et al., 2015; VIANA, 2018).

O MIP tem como objetivo integrar os diversos métodos de controle visando minimizar os danos ocasionados pelos insetos-praga. Validar a associação dos biológicos e químicos incentiva a utilização em campo e utilização por parte dos produtores. Em estudo realizado a nível de campo, observou-se que o vírus de poliedrose nuclear (VPN), *Baculovirus anticarsia* associado a subdosagens de diflubenzurom (1,25g i.a./ha), carbaril (48g i.a./ha), clorpirifós (36g i.a./ha), endossulfam (35g i.a./ha), permetrina (3g i.a./ha), profenofós (25g i.a./ha), tiodicarbe (17,5g i.a./ha) e triclorfom (200g i.a./ha) foi tão eficiente para o controle de altas populações da lagarta-da-soja quanto os inseticidas utilizados isoladamente, nas doses cheias, ou seja diflubenzurom (15g i.a./ha), carbaril (200g i.a./ha), clorpirifós (180g i.a./ha), endossulfam (175g i.a./ha), permetrina (15g i.a./ha), profenofós (100g i.a./ha), tiodicarbe (70g i.a./ha) e triclorfom (200g i.a./ha) (SILVA, 1995).

A associação do fungo entomogênico *Metarhizium anisopliae* com o inseticida químico thiamethoxam para o controle da cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar na concentração de 25% de *M. anisopliae* e 75% da dose de thiamethoxam recomendada pelo fabricante, reduziu significativamente a infestação da praga (BARBOSA et al., 2011).

No caso dos cupins da espécie *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) houve inibição do comportamento de limpeza quando conídios dos fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e de *M. Anisopliae*, seguido de subdosagens de imidacloprid foram aplicados (NEVES; ALVES, 1999, 2000). Este inseticida afeta a atividade normal do inseto e permite a aderência e germinação do fungo entomopatogênico na cutícula do inseto, aumentando a eficiência de infecção do patógeno (BORGES; NOVA, 2011).

Imidacloprid foi eficiente para o controle de duas espécies de trips, *Trips tabaci* Lindeman e *Caliothrips brasiliensis* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae) e à cigarrinha *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore) (Homoptera: Cicadellidae), não afetando predadores e parasitoides comumente associados às pragas (MARQUINI et al., 2003; BORGES; NOVA, 2011).

Em estudo avaliando *B. thuringiensis* e Lufenon em diferentes subdosagens para o controle de *A. gemmatilis*, concluiu-se que a associação do produto biológico a base de *B. thuringiensis* com subdosagens do regulador de crescimento lufenon é eficiente para o controle da *A. gemmatilis*, reduzindo a desfolha e mantendo altos índices de produtividade (SCHUSTER; ROHDE, 2012).

Uma análise comparativa dos custos com defensivos químicos em áreas com diferentes formas de manejo de pragas da soja no estado do Paraná indicou que, os custos do uso do MIP são equivalentes a 2,41 sc/ha, enquanto no método convencional esse valor alcança 5,03sc/ha (CONTE et al., 2014; CATOIA et al., 2016).

Portanto, os métodos de controle utilizados isoladamente possuem lacunas, sendo então adequada e recomendada, pelas premissas do MIP, a integração que favorece o sucesso na redução da população do artrópode-praga além de reduzir riscos indesejáveis e até mesmo custos (CARVALHO; BARCELLOS, 2012).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em parceria com o Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará. As lagartas de *C. includens* utilizadas nos ensaios foram provenientes de coletas realizadas em áreas comerciais de soja no Estado do Mato Grosso e mantidas por duas gerações em laboratório.

#### 3.1 Criação de *C. includens* (Lepidoptera: Noctuidae)

Ovos de *C. includens* foram coletados em folhas de soja e acondicionados em placas de Petri (15 cm de diâmetro), até emergência das lagartas. Com o auxílio de um pincel, as lagartas recém emergidas foram transferidas para tubos de vidro (2,5 cm x 8,5 cm) contendo dieta artificial (GREENE et al. 1976 modificada por HOFFMANN-CAMPO, 1985) e tamponados com algodão hidrófobo. As lagartas foram acondicionadas em sala climatizada ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 h) onde permaneceram até atingirem a fase de pupa, quando foram retiradas dos tubos e transferidas para placas de Petri (9 cm diâmetro). As placas de Petri contendo as pupas de *C. includens* foram inseridas em gaiolas cilíndricas de PVC (10 cm de diâmetro x 25 cm de altura) fechadas nas partes inferior e superior com tecido tipo “voil” e forradas internamente com papel toalha, que serviu de substrato para a oviposição das fêmeas adultas emergidas. O papel toalha foi trocado a cada 2-3 dias para coleta dos ovos. Os adultos foram alimentados com solução aquosa de mel a 10%.

#### 3.2 Inseticidas

Foram utilizados espinosinas - 120 g i.a/L SC (espinetoram); teflubenzurom - 150 g i.a./L SC (benzoiluréias) e *B. thuringiensis* subsp. *aizawai*, este último, de produção *on farm* em biorreator industrial.

### 3.3 Produção de *B. thuringiensis* var. *aizawai* (*Bta*)

A produção da bactéria *Bta* foi realizada em biorreator industrial modelo AllMic Process SCR-S volume de trabalho de 3.000 L (Allbiom, Cajuru, São Paulo, Brasil). Esse equipamento possui sensores de pH InPro 3253I SG 120 mm e de oxigênio dissolvido InPro 6850I 120 mm (Mettler Toledo, Ohio, EUA), além de monitoramento e controle automático de pH, oxigênio dissolvido, agitação, nível de espuma, temperatura e fluxo de ar.

Foi utilizado meio de cultura para bactérias ProBac AA da empresa PRO FARM (Brasília, Brasil). O meio foi adicionado ao biorreator e esterilizado à 121,5°C por 1 hora e depois resfriado à temperatura final de 30°C. O pH inicial foi corrigido automaticamente para 7,0 com adição das soluções estéreis de hidróxido de sódio 50% (v/v) e ácido fosfórico 85% (v/v). Para assegurar o melhor rendimento celular, o processo foi mantido em aerobiose (concentração de oxigênio dissolvido superior à 30%) definindo uma taxa de aeração de 0,5 vvm (*volume vessel minute*), ou seja, 1.500 L de ar por minuto. O inóculo foi adicionado na concentração de 1% (v/v) do volume de trabalho do biorreator. Os parâmetros do processo foram monitorados e controlados automaticamente por 48 horas sendo  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ , pH  $7,0 \pm 0,2$  e 100 rpm). Após 48 horas, as amostras foram retiradas para a realização dos bioensaios e controle de qualidade.

O controle de qualidade seguiu os padrões do manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura (MONNERAT et al., 2020). Portanto foi realizado o procedimento para identificação morfológica das bactérias em microscópio de contraste de fases com objetiva de 100 x e, para a identificação da célula vegetativa, forma e posição do esporo, presença de corpos paraesporais (cristais) e motilidade. Para avaliar a qualidade dos produtos à base destas bactérias foi contado o número de esporos para determinar o número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Alguns microrganismos devem ser evitados quando se produz um bioproduto e, no mercado, existem meios de cultivo seletivos que podem rapidamente detectar a presença desses microrganismos. Para análise de coliformes termotolerantes foi utilizado o meio Ágar Bile Cristal-Violeta Vermelho Neutro; para *Escherichia coli*, o meio Ágar MacConkey; para *Enterococos* utilizou-se o meio Ágar Confirmatório para *Enterococos*; para *Streptococos*, o meio Ágar Seletivo para *Streptococos*; para *Salmonella*, o meio de cultura Ágar Verde-Brilhante; e para fungos, o meio Ágar Sabouraud 4%.

### 3.4 Bioensaios

Os ensaios foram realizados pulverizando-se discos (5 cm de diâmetro) de folhas

de girassol com as caldas inseticidas. Cada inseticida e suas respectivas concentrações foram diluídos em água destilada com adição do surfactante Tween 80 (0,01%). No controle (testemunha) foi utilizada água destilada mais o Tween 80 (0,01%). Os tratamentos consistiram em exposição das lagartas aos produtos isoladamente ou em misturas sendo: *Bta* produzido em meio líquido (1 L/ha); Espinetoram (150 mL/ha), Espinetoram (80 mL/ha) + *Bta* (1 L/ha); Teflubenzurom (240 mL/ha); Teflubenzurom (240 mL/ha) + *Bta* (1 L/ha). A concentração  $1 \times 10^9$  UFC/mL de *Bta* foi utilizada individualmente ou em mistura com os inseticidas.

As caldas, após o preparo, foram pulverizadas nos discos foliares, em ambas as faces, utilizando um pulverizador manual e, colocadas com a face abaxial para cima, em folha de alumínio corrugado, para secagem por 30 minutos. Transcorrido o período de secagem, os discos foliares tratados foram colocados individualmente em recipientes plásticos (5,0 cm de diâmetro) forrados com papel filtro. Cinco lagartas de 2º instar foram expostas as folhas permitindo a ingestão dos produtos aplicados.

Os recipientes plásticos foram mantidos em salas climatizadas sob condições controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR  $75 \pm 5\%$  e fotofase 12:12 h) e, 48 horas após a exposição das lagartas aos inseticidas, os discos foliares tratados foram removidos e substituídos por discos foliares de girassol frescos e não tratados com inseticidas.

A avaliação da mortalidade foi realizada a cada 24 horas até 96 horas. Os indivíduos foram considerados mortos quando não apresentaram movimento aparente após serem tocados com um pincel de cerda macias e finas.

### 3.5 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por cinco (5) lagartas.

Os dados de mortalidade foram corrigidos utilizando a fórmula de Abbott (1925), sendo:  $[\%Mc = (\%Mo - \%Mt) \times 100]$ , onde: Mc= Mortalidade corrigida; Mo= Mortalidade observada e, Mt= Mortalidade na testemunha. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o software Statistical Analysis System (SAS 9.0).

## 4 RESULTADOS

*Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* (*Bta*) produzido no biorreator industrial causou mortalidade de lagartas de *C. includens* que ingeriram a bactéria após 96 horas superior a 95,0% (Figura 1 e 2). Observou-se que *Bta* não apresentou efeito de choque ou efeito imediato pois

causou mortalidade das lagartas ao longo do período de avaliação (Figura 1). O inseticida à base de espinosina, individualmente ou em mistura com *Bta* causou mortalidade de 100,0% nas primeiras 24 horas (Figura 1 e 2). Já teflubenzuron individualmente ou em mistura com *Bta* causou mortalidade nas primeiras 24 horas de 80,0 e 85,0%, respectivamente, atingindo 90,0 e 95,0% na avaliação de 48 horas (Figura 1). Não foram observados efeitos negativos quando as bactérias multiplicadas no biorreator industrial foram misturadas aos inseticidas químicos (Figura 1 e 2).

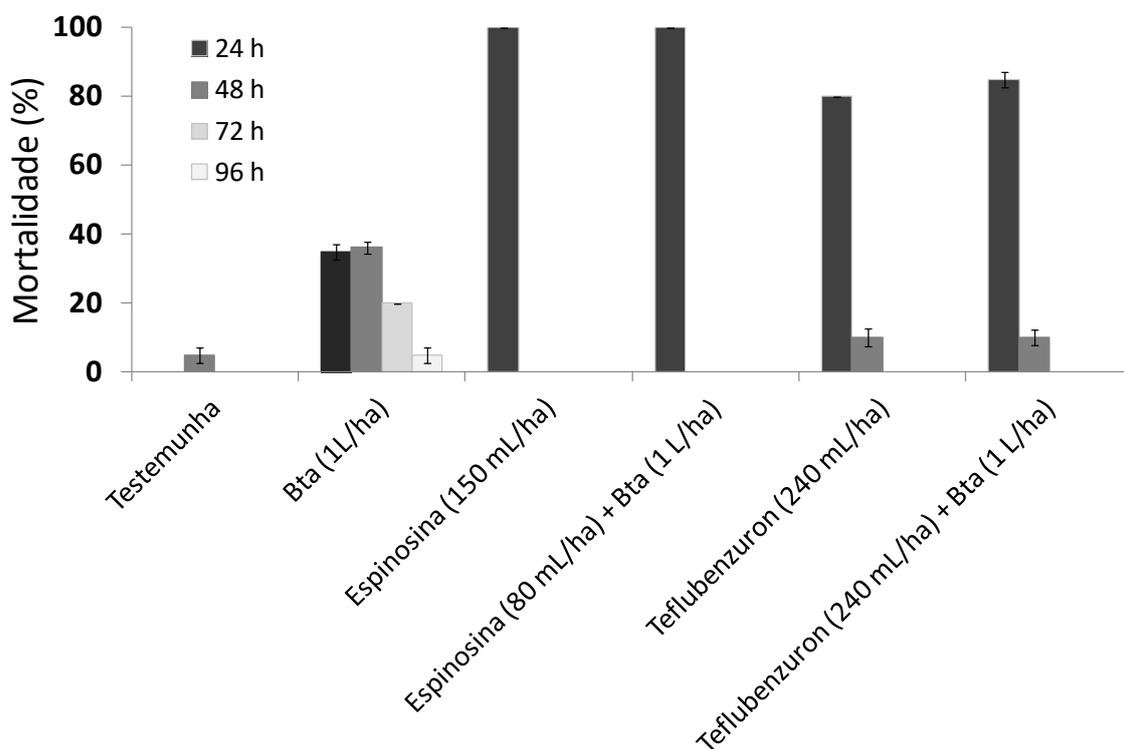


Figura 1. Mortalidade corrigida (%) de *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) após exposição por 24, 48, 72 e 96 horas a inseticidas químicos à base de espinosina e teflubenzuron e biológico à base de *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* (*Bta*) produzido em biorreator industrial.

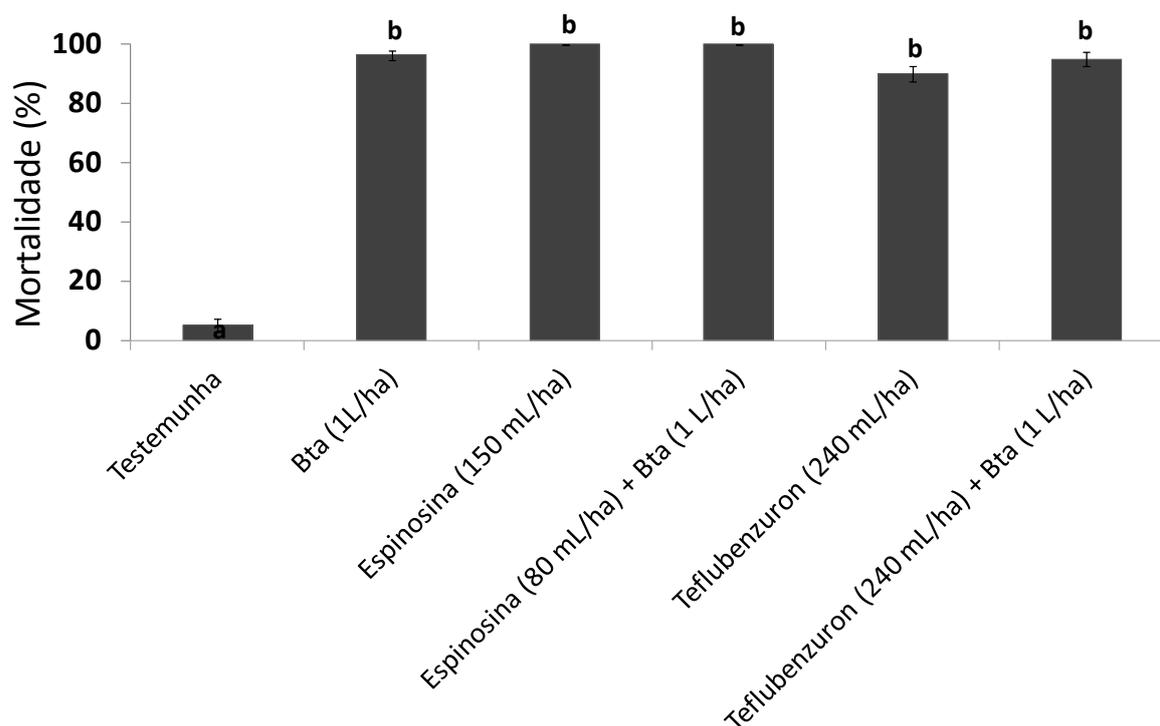


Figura 2. Mortalidade corrigida (%) total (96 h) de *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) após exposição a inseticidas químicos à base de espinosina e teflubenzuron e biológico à base de *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* (Bta) produzido em biorreator industrial.

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram a efetividade do inseticida produzido em biorreator industrial à base da bactéria *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* para causar mortalidade de lagartas de 2º instar de *C. includens*, quando aplicado individualmente ou em misturas com inseticidas sintéticos, uma vez que convencionou-se que um inseticida pode ser considerado eficiente quando causa, no mínimo, 80% de mortalidade de uma praga (TOMQUELSKI; MARTINS, 2007). Os resultados obtidos são corroborados pela mortalidade, superior a 80%, de *C. includens* quando utilizada a cultura pura de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, o fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* e o inseticida Flubendiamida (BORGES, 2016).

A bactéria *Bt* age por meio da ingestão dos cristais proteicos produzidos no momento da esporulação da bactéria e são chamados de  $\delta$ -endotoxinas. As mais conhecidas e utilizadas são as toxinas Cry, que ao serem ingeridas sofrem ação do pH intestinal e de proteases que os solubilizam e ativam as toxinas que causam a morte do inseto por septicemia (MONNERAT; BRAVO, 2000; BORGES, 2016). O fato de terem sido adequadamente multiplicadas favoreceu portanto a produção de grande quantidade de bactérias que, quando

ingeridas pelas lagartas de *C. includens*, provocaram a morte. É possível aferir também que a pulverização da solução contendo *B. thuringiensis* var. *aizawai* nas folhas, simulando uma pulverização em campo possibilitou a ingestão dos cristais proteicos pelas lagartas de *C. includens*.

Outro fator de relevância para a obtenção dos resultados, foi a utilização de plataformas de produção adequadas (reatores industriais), com controle de entrada de ar, água e nutrientes esterilizados, sendo possível controlar o pH, a temperatura, a taxa de oxigênio dissolvido (JAGANI et al., 2010). O uso desse equipamento e o adequado manuseio possibilitaram a multiplicação do produto de interesse sem a presença de contaminantes. Esses resultados diferem dos obtidos em estudo que avaliou a qualidade microbiológica de bioprodutos comerciais multiplicados *on farm* no Vale do São Francisco, onde constatou-se que o sistema de multiplicação *on farm* adotado nas propriedades analisadas apresentou problemas quanto à qualidade microbiológica representando, inclusive, risco potencial para a saúde dos trabalhadores/manipuladores, bem como para os consumidores finais e riscos de multiplicação de bactérias de baixa eficiência agrônômica gerando assim um produto final sem efetividade (SANTOS et al., 2020).

Analisando os dados obtidos com espinosina, observa-se que a mesma causou 100,0% de mortalidade das lagartas em 24 horas, utilizada isoladamente ou em conjunto com *Bta*. É possível associar essa rapidez na taxa de mortalidade a suscetibilidade das lagartas a essa molécula, que atua como ativadora alostérica dos receptores nicotínicos de acetilcolina, além de atuar nos receptores do ácido gama-aminobutírico - GABA (IRAC, 2016; SCOTT, 2008; QUEIROZ et al., 2020). Esse resultado corrobora os dados obtidos de uma análise comparativa da resistência de *C. includens* a inseticidas selecionados, onde foi demonstrado que a população de *C. includens* apresentou baixos níveis de resistência aos inseticidas do grupo das espinosinas. As espinosinas são derivadas de uma espécie de bactéria presente no solo e, o ingrediente ativo é o espinosade, que é totalmente derivado da bactéria, podendo inclusive ser utilizado na agricultura orgânica (POZEBON; ARNEMANN, 2021). Isso sugere que atualmente a frequência de resistência a esses inseticidas é baixa no campo (STACKE, 2020). Isso é comprovado pela alta eficácia de controle de alguns inseticidas, como espinetoram para o controle de *C. includens* durante as safras de 2014-2016 (PERINI et al., 2019; STACKE, 2020). O espinetoram é uma molécula semi-sintética com maior eficácia e espectro de ação que o espinosade (POZEBON; ARNEMANN, 2021). Como os resultados com o inseticida isolado ou acompanhado de *Bta* não apresentaram alterações (em ambos houve 100,0% de mortalidade em 24 horas) pode-se concluir que a adição da bactéria não afetou negativamente os

mecanismos de ação do produto, no entanto, são necessários novos estudos para comprovar uma interação positiva.

Já os resultados dos tratamentos que continham teflubenzurom foram levemente inferiores aos obtidos nos tratamentos com espinosina e ao tratamento que continha apenas *Bta* em 24 horas. Em 48 horas, aproximou-se do tratamento à base de *Bta*. É possível observar que o tratamento que associa teflubenzurom e *Bta* foi superior em causar mortalidade, em 24 e 48 horas, chegando a 95,0% de mortalidade em 48 horas, o que demonstra uma associação positiva dos modos de ação desses inseticidas. Isso pode ter ocorrido devido ao teflubenzurom possuir modo de ação distinto, sendo uma benzoilureia que atua na inibição da biossíntese de quitina, componente elementar do exoesqueleto dos insetos (SUN et al., 2015; THIESSEN, 2021), apresentando toxicidade por contato, ingestão e inalação e é classificado como seletivo e com pouca toxicidade para humanos, abelhas e pássaros (NAUEN et al., 2019; THIESSEN, 2021).

Esse efeito positivo da associação de teflubenzurom e *Bta* abre a possibilidade de uso, uma vez que já foi relatada baixa suscetibilidade de *C. includens* a teflubenzurom em estudo de campo, com eficácia inferior a 66,0% durante as safras de soja 2006-2007 e 2007-2008 (MARTINS; TOMQUELSKI, 2015). A exposição de populações de campo de *C. includens* coletadas em municípios do Estado de Mato Grosso a diferentes inseticidas e, submetidas a pressão de seleção em laboratório por duas gerações resultaram na formação de uma população com alta resistência ao teflubenzurom, o que indica alta frequência do alelo resistente nessas populações de campo (THIESSEN, 2021). Assim, a associação teflubenzurom e *Bta* aporta melhoria na eficácia e redução do risco do desenvolvimento de resistência.

## 6 CONCLUSÕES

*Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* produzido em biorreator industrial foi tão eficiente quanto espinosina e teflubenzurom para causar mortalidade de lagartas de *C. includens*.

A produção *on farm* de *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* em biorreator industrial foi adequada e causou mortalidade da praga-alvo.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do presente trabalho, além de agregar conhecimento, possibilitou-me também explorar possibilidades. Ao longo da jornada acadêmica, o desenvolvimento de projeto de iniciação científica e, especialmente durante o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso percebi os avanços que a pesquisa possibilita aos produtores. Não foi uma jornada fácil, esse trabalho se revelou um desafio e a minha maior realização durante esse período de formação, mesmo com a exaustão, o término dessa etapa me acompanha com a maior sensação de dever cumprido que já senti. Os resultados obtidos me permitiram lembrar a escolha do curso de Agronomia, me reafirmaram que estou na carreira certa, por possibilitar alimentar o mundo, obtendo dados que ajudem a contornar as adversidades de campo.

O que significa que, fatos aqui observados cooperam para melhor efetividade do manejo fitossanitário em campo. Como a multiplicação *on farm*, quando feita corretamente utilizando biorreatores industriais, garante a obtenção de um produto confiável, pois somente haverá o ativo de interesse, que conforme visto nos resultados, não interage negativamente com inseticidas químicos.

Mesmo novos estudos sendo necessários para observar melhor compreender as interações positivas da bactéria multiplicada em biorreator e os inseticidas sintéticos, as observações aqui contidas já permitem a aplicação desses métodos em campo, uma vez que a multiplicação *on farm* já é realizada em diversas propriedades, do pequeno ao grande produtor das mais diversas culturas, portanto os dados apresentados comprovam a eficácia desse tipo de multiplicação, desde que feita de maneira correta com a utilização de inóculo puro e utilizando plataforma adequadas como são os biorreatores industriais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, K.; BUENO, A. de F.; SILVA D. M.; STECCA, C. S.; PASINI, A.; OLIVEIRA M. C. N. Bioecological characteristics of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different hosts. **Australian Entomology**, v. 55, p. 449-454, 2016.
- ÁVILA, C. J.; GRIGOLLI, J. F. J. G. Pragas da soja e seu controle. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. C.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção soja 2013/2014**. Curitiba: Midiograf, p. 109-169, 2014.
- ÁVILA, C. J.; SANTOS, V. **Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da soja: um estudo de caso com benefícios econômicos e ambientais**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018, 46 p. (Documentos, 143)
- ÁVILA, C. J.; SOUZA, E. C. S. Palmo a palmo. **Cultivar: Grandes Culturas**, v. 16, n. 191, p. 22-25, 2015.
- BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; DA FONSECA, P. R. B.; ROSSONI, C.; SILVA, A. S. Associação de *Metarhizium anisopliae* (Hyp.: Clavicipitaceae) com thiamethoxam para o controle da cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar. **Ensaio e Ciência Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 15, p. 41-51, 2011.
- BEACH R. M; TODD, J. W. Foliage consumption and developmental parameters of the soybean looper and the velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae) reared on susceptible and resistant soybean genotypes. **Journal of Economic Entomology**, v. 81, p. 310-316, 1988.
- 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**. 144 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- BERNARDI, O., BERNARDI, D., HORIKOSHI, R. J., OMOTO, C. Manejo da Resistência de Insetos a Plantas *Bt*. Edição. **PROMIP–Manejo Integrado de Pragas, Engenheiro Coelho, SP, Brasil**, 2016.
- BORGES, F. S. P. **Produtos fitossanitários no controle de lagartas *Chrysodeixis includens* Walker (1858) (Lepidoptera: noctuidae) na cultura da soja**. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2016.
- BORGES, L. R.; NOVA, M. X. V. Associação de inseticidas químicos e fungos entomopatogênicos no Manejo Integrado de Pragas - uma revisão **Association of chemical insecticides and entomopathogenic fungi in Integrated Pest Management - a review**. **Ambiência**, v. 7, p. 179-190, 2011.
- BRAVO, A.; GILL, S. S.; SOBERON, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. **Toxicon**, v. 49, p. 423-435, 2007.
- BUENO, A. F.; PANIZZI, A. R.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; ROGGIA, S. Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja

no Brasil. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Org.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília DF: Embrapa, p. 37-74, 2012.

BUENO, R. C. O. de F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. de F.; OIVEIRA, J. R. G.; CAMILO, M. F. Sem Barreira. **Cultivar: grandes culturas**, v. 9, n. 93, p. 12-15, 2007.

BUENO, R. C. O. F. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**. 119 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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

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

CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, p. 749-766, 2012.

CATOIA, B.; FAVETTI, B. M.; BUENO, R. C. O. F.; GLADENUCCI, J. Liberação de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o manejo de lepidópteros-praga da cultura da soja. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS, 1, 2016, Dracena. **Anais...** Dracena: UNESP, 2016. p.493-501, 2016.

COMITÊ DE AÇÃO DE RESISTÊNCIA A INSETICIDAS - IRAC. **Modo de Ação de Inseticidas e Acaricidas**. Disponível em: < <https://www.ira-br.org/modo-de-acao> > Acesso em: 19 de abril de 2022.

CONFEDERAÇÃO da AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Panorama do Agro 2021**. Disponível em: < <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro> > Acesso em: 20 fev. 2022.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F.T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2013/14 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 56 p. (Documentos, 356).

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Amostragem de pragas da soja**. In. HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MUSCARDI, F. Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília: Embrapa, p.631-672, 2012.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; CASTRO, L. C. de; ROGGIA, S.; CESCINETTO, N. L.; COSTA, J. M. da; OLIVEIRA, M. C. N. de. **MIP soja: resultados de uma tecnologia**

**eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja.**

Londrina: Embrapa Soja, 2013. 55 p. (Documentos, 341)

DENT, D. **Insect Pest Management**. Wellington: Oxford University Press, 2000.432 p.

DOURADO, P. M. **Análise de risco para a evolução da resistência de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa pelo evento de soja MON87701 x MON89788 no Brasil**. 93 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

FAZAM, J.C.; SISMEIRO, M.N.S.; ROGGIA, S.; PASINI, A.; TURA, G.M.3; VISENTINI, A.; VIEIRA, A.C.1; SILVA, J.E.P.; LOPES, G.H. **Efeito da soja *Bt* sobre a frequência e densidade populacional de pragas e predadores**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 115-118. (Embrapa Soja. Documentos, 339).

GALLO, D.; 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, 2002. 920 p.

GAZZONI, D.L. **Manejo de pragas da soja: uma abordagem histórica**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1994. 72 p. (Documentos, 78)

GLOOR, J. V. S.; LOPES, E. C.; FERREIRA, L. A. I.; RIGON, F. A.; CASAROTO FILHO, J. V.; SITTA, R. B.; HERMEL, A. O.; ROGGIA, S. Compatibilidade do baculovírus da lagarta-falsa-medideira (ChinSNPV) com azadiractina. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 12., 2017, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2017. p. 90-100., 2017.

GODOY, D. N.; FUHR, F. M.; STACKE, R. F.; MURARO, D. S.; MARCON, P.; POPHAM, H. J. R.; BERNARDI, O. No cross-resistance between ChinNPV and chemical insecticides in *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 164, p. 66-68, 2019.

GREENE, G.L.; N.C. LEPPLA; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n.4, p. 487-488, 1976.

HERZOG, D. C. Sampling soybean looper on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG D. C (Eds.) **Sampling methods in soybean entomology**. Nova Iorque: Springer-Verlag, p.141-162, 1980.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 859 p.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I.; GAZZONI D. L.; OLIVEIRA, E. B. de. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2000. 70 p. (Circular Técnica, 30).

HOFFMANN-CAMPO, C.B.H.; OLIVEIRA, E.B.; MOSCARDI, F. Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*). Londrina: Embrapa, CNPSo, (Documentos, 10). p 23. 1985.

JAGANI, H.; HEBBAR, K.; GANG, S. S.; RAJ, P. V.; CHANDRASHEKHAR, R.; RAO, J. V. An overview of fermenter and the design considerations to enhance its productivity. **Pharmacology**, v. 1, p. 261-301, 2010.

JIN, L.; ZHANG, H.; LU, Y.; YANG, Y.; WU, K.; TABASHNIK, B.; WU, Y. Large-scale test of natural refuge strategy for delaying insect resistance to transgenic *Bt* crops. **Nature Biotechnology**, v. 33, p. 169-174, 2015.

JOST, D. J.; PITRE, H. N. Soybean looper and cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae) populations in cotton and soybean cropping systems in Mississippi. **Journal of Entomological Science**, v. 37, p. 227-235, 2002.

LÉLIS, M. M. **Produtividade e teor de óleo para genótipos de soja em três épocas de semeadura**. 62 p. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Agrofit. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> Acesso em 03 fev 2022.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Agrofit. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> Acesso em 04 abril, 2022.

MARQUINI, F.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, N. C.; FERREIRA, S. F. Imidacloprid impact on arthropods associated with canopy of common beans. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 335-342, 2003.

MARTINS, G. L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Efficiency of insecticides on *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean crop. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, p. 25-30, 2015.

MONNERAT, R. G.; BRAVO, A. Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência. **Controle biológico**, v. 3, p. 163-200, 2000.

MONNERAT, R.; MONTALVÃO, S. C. L.; MARTINS, E. S.; QUEIROZ, P. R.; SILVA, E. Y. Y.; GARCIA, A. R. M.; CASTRO, M. T.; ROCHA, G. T.; FERREIRA, A. D. C. L.; GOMES, A. C. M. M. **Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 47 p. (Documentos, 369)

MONNERAT, R.; PRACA, L. B.; SILVA, E. S. DA; MONTALVÃO, S. C. L.; MARTINS, E. S.; SOARES, C. M. S.; QUEIROZ, P. R. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* para uso na agricultura**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documentos, 2018. 32 p. (Documentos, 360)

- MOSCARDI, F. Uso de baculovírus e *Bacillus thuringiensis* no controle da lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis*. In: CÔRREA-FERREIRA, B. S. **Soja orgânica: Alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Londrina: Embrapa Soja, cap. 2, p. 15-25, 2003.
- MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Eds.) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, Brasília, p. 213-334, 2012.
- NAUEN, R., SLATER, R., SPARKS, T. C., ELBERT, A., MCCAFFERY, A. **IRAC: insecticide resistance and mode-of action classification of insecticides**. Modern crop protection compounds, v. 3, p. 995-1012, 2019.
- NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Controle associado de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera: Termitidae) com *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e Imidacloprid. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 305-311, 1999.
- NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Grooming capacity inhibition in *Cornitermes cumulans* (Kollar) inoculated with entomopathogenic fungi e treated with imidacloprid. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 537-545, 2000.
- NORRIS, R. F.; CASWELL-CHEN, E. P.; KOGAN, M. **Concepts in Integrated Pest Management**. New Jersey: Prentice Hall, 2003. 586 p.
- PANIZZI, A. R. Abandono do MIP pode ter consequências desastrosas. **Revista Visão Agrícola**, n. 5, p. 81-84, 2006.
- PANIZZI, M. C. C.; MANDARINO, J. M. G. **La Soja Como Alimento Humano: Calidad nutritiva, procesamiento y utilización**. In: **El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción**. FAO/ EMBRAPA-CNPSO, Roma, 1995. p. 241-254. (Colección FAO: producción y protección vegetal, 27)
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J.R.P; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 1-16, 2002.
- PASTORI, P. L.; PINTO, A. C.; DIAS-PINI, N. S.; GODOY, M. S.; RUGAMA, A. J. M. **Manejo integrado das pragas do meloeiro**. In: GUIMARÃES, M. de A.; De ARAGÃO, F. A. S. (Org.). **Produção de melão**. Viçosa-MG: UFV, 2019, v. 1, p. 266-282.
- PERINI, C. R.; ARNEMANN, J. A; CAVALLIN, L. A.; GUEDES, G.; MARQUES, R. P.; VALMORBIDA, I; SILVA, K.; FELTRIN, N. M.; PUNTEL, L.; FROELICH, R.; GUEDES, J. V. C. Challenges in chemical management of soybean looper (*Chrysodeixis includens*) using several insecticides. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, p. 1723-1730, 2019.

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

POZEBON, H.; ARNEMANN, J. A. **Como funcionam os inseticidas neonicotinoides e espinosinas?** Portal Mais Soja. 2021. Disponível em: < <https://maissoja.com.br/como-funcionam-os-inseticidas-neonicotinoides-e-espinosinas/>> Acesso em 12 de maio de 2022.

PROKOPY, R. J.; KOGAN, M. Integrated pest management. In: RESH, V. H.; CARDÉ, R.T. (Ed.). **Encyclopedhffia of Insects**. New York: Academic Press, 2003, p. 4-9.

QUEIROZ, L. F. D., CORASSA, J. D. N., RODRIGUES, S. M. M., PITTA, R. M. Susceptibilidade da lagarta falsa-medideira a lufenuron e espinosade. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, p. 1-8, 2020.

RAMOS, R. S.; SEDIYAMA, C. S.; QUEIROZ, E. A.; COSTA, T. L.; MARTINS, J. C.; ARAUJO, T. A.; PICANÇO, M. C. Toxicity of insecticides to *Chrysodeixis includens* and their direct and indirect effects on the predator *Blaptostethus pallescens*. **Journal of applied entomology**, v. 141, p. 677-689, 2017.

REDOAN, A. C. M. **Seletividade de inseticidas para *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) com registro para o controle da *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho**. 104 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SAMPAIO, A. R. **Patogenicidade de *Bacillus thuringiensis* sobre *Chrysodeixis includens* Walker, 1857 (Lepidoptera: Noctuidae)**. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

SANTOS, A.; DINNAS, S.; FEITOZA, A. Qualidade microbiológica de bioprodutos comerciais multiplicados *on farm* no vale do São Francisco: dados preliminares. **Enciclopédia biosfera**, v. 17, p. 429-443, 2020.

SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotecnologia Industrial. Engenharia Bioquímica**. (Vol. 2) São Paulo: Blucher. 2001.

SCHUSTER, M. Z.; ROHDE, C. Associação entre inseticida biológico (*Bacillus thuringiensis*) com subdosagens de regulador de crescimento para o controle da *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, p. 131-146, 2012.

SCOTT, J.G. Unraveling the mystery of spinosad resistance in insects. **Journal of Pesticide Science**, v. 33, p. 221- 227, 2008.

SILVA, K. B. **Toxicidade residual de inseticidas utilizados para *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, e efeitos sobre o predador *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae)**. 95 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

- SILVA, M. T. B. Associação de *Baculovirus aniticarsia* com subdosagens de inseticidas no controle de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818). **Ciência Rural**, v. 25, p. 353-358, 1995.
- SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, H. N. Controle biológico de insetos-praga na soja. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. de C.; ROSCOE, R. (Ed.). **Tecnologia e produção: Soja 2013/2014**. Maracaju: Fundação MS, p. 178-193, 2014.
- SOARES, C. M. S. Produção, formulação e aplicação de bactérias. In: OLIVEIRA-FILHO, E. C.; MONNERAT, R. G. (Eds.) **Fundamentos para a regulação de semioquímicos, inimigos naturais e agentes microbiológicos de controle de pragas**. Brasília-DF: Embrapa Cerrados, p. 219-238, 2006.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; HIROSE, E. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2010. 90 p. (Documentos, 269)
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; DELPIN, K. E.; MOSCARDI, F.; NOZAKI, M. H. The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 287-291, 2003.
- STABACK, D.; BLANCK, P.; MARIUSSI, V.; GALANTE, V. Uso do MIP como estratégia de redução de custos na produção de soja no estado do Paraná. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação**, v. 2, p. 187-200, 2020.
- STACKE, R. F. **Resistência de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) à inseticidas: levantamento, herança e custo adaptativo**. 92 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2020.
- STERN, V. M.; SMITH, R. F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, R. S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, p. 81-101, 1959.
- SUN, R., LIU, C., ZHANG, H., WANG, Q. Benzoylurea chitin synthesis inhibitors. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 63, n. 31, p. 6847-6865, 2015.
- THIESEN, L. V. **Herança da resistência de *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida teflubenzuron**. 48 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2021.
- 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**, v. 6, p. 26-39, 2007.

VALADARES-INGLIS, M. C. C.; SHILER, W.; De SOUZA, M. T. Engenharia genética de microrganismos agentes de controle biológico. In: MELLO, I.S., AZEVEDO, J.L. (Coord.). **Controle biológico**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, v.1, p.201-230, 1998.

VIANA, D. L. **Dinâmica populacional, infestação natural e aspectos biológicos de *Chrysodeixis includens* (Walker: 1857) e *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de soja e algodoeiro *Bt* que expressam proteínas Cry**. 123 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018.

ZULIN, D. **Dinâmica populacional, distribuição espacial e temporal de *Chrysodeixis includens* (Walker) na cultura da soja**. 60 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.