

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Lucas Eduardo Hahn

**INFLUÊNCIA DO pH DA ÁGUA E DO TEMPO ENTRE PREPARO DA  
CALDA E PULVERIZAÇÃO DE THURICIDE WP NO CONTROLE DE  
*Chrysodeixis includens* EM SOJA**

Santa Maria, RS  
2022

**Lucas Eduardo Hahn**

**INFLUÊNCIA DO pH DA ÁGUA E DO TEMPO ENTRE PREPARO DA CALDA E  
PULVERIZAÇÃO DE THURICIDE WP NO CONTROLE DE *Chrysodeixis includens*  
EM SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrônômica**.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Arrué Melo

Santa Maria, RS  
2022

Hahn, Lucas Eduardo

Influencia do pH da água e do tempo entre preparo da calda e pulverização de Thuricide WP no controle de *Chrysodeixis includens* em soja. / Lucas Eduardo Hahn.- 2022.

45 p. ; 30 cm

Orientador: Adriano Arruê Melo

Coorientadores: Walter Boller, Glauber Renato Sturmer  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2022

1. Tecnologia de aplicação 2. *Bacillus Thuringiensis*  
3. Biotóxico I. Melo, Adriano Arruê II. Boller,  
Walter III. Sturmer, Glauber Renato IV. Título.

sistema de geração automática de ficha catalográfica da unsm. dados fornecidos pelo autor(s). sob supervisão da direção da divisão de processos técnicos da biblioteca central. biblioteca responsável: paula schoenfeldt watta cux 10/1720.

Declaro, LUCAS EDUARDO HAHN, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Lucas Eduardo Hahn**

**INFLUÊNCIA DO pH DA ÁGUA E DO TEMPO ENTRE PREPARO DA CALDA E  
PULVERIZAÇÃO DE THURICIDE WP NO CONTROLE DE *Chrysodeixis includens*  
EM SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrônômica**.

**Aprovado em 29 de agosto de 2022:**

---

**Adriano Arrué Melo, Dr. (UFSM)**  
**(Presidente/Orientador)**

---

**Walter Boller, Dr. (UFSM)**  
**(videoconferência)**

---

**Glauber Renato Stürmer, Dr. (CCGL)**  
**(videoconferência)**

Santa Maria, RS  
2022

## **DEDICATÓRIA**

Dedico todas minhas conquistas à minha família e minha noiva:

Jairo Luiz Hahn

Solange Cecília Huppes Hahn

Luiz Henrique Hahn

Maria Luiza Piacenti Cardozo

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e por permitir concluir mais uma etapa de estudos.

À minha família que sempre me apoiou em todos os momentos e me incentiva na busca contínua do conhecimento.

Ao meu orientador professor Dr. Adriano Arrué Melo pelo compartilhamento de seu conhecimento, pelas oportunidades me proporcionadas na orientação desse estudo e pela amizade dos últimos anos.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFSM por transmitirem conhecimento e motivação.

À banca examinadora, professor Dr. Walter Boller e Dr. Glauber Renato Stürmer.

E aqueles que contribuíram de diversas formas em minha trajetória.

A todos um sincero muito obrigado.

## RESUMO

### INFLUÊNCIA DO pH DA ÁGUA E DO TEMPO ENTRE PREPARO DA CALDA E PULVERIZAÇÃO DE THURICIDE WP NO CONTROLE DE *Chrysodeixis includens* EM SOJA

AUTOR: Lucas Eduardo Hahn  
ORIENTADOR: Adriano Arrué Melo

No cenário atual, a *Chrysodeixis includens*, popularmente conhecida como lagarta-falsa-medideira, é uma das espécies de lepidópteros-praga com maior importância de ocorrência na soja. Atualmente, o controle químico e o uso de plantas geneticamente modificadas são as táticas de controle mais usadas para o manejo de *C. includens*, no entanto, recentemente relatos de resistência de falsa-medideira têm sido reportados no país. Os bioinseticidas Bt aparecem como uma importante ferramenta controle, no entanto muitas informações sobre a qualidade da água utilizada para a pulverização são necessárias, bem como por quanto tempo a calda pode ficar preparada sem perder a eficiência. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de bioinseticidas Bt em caldas com diferentes valores de pH e tempo de preparo sobre *C. includens*. O bioensaio foi realizado em esquema fatorial com tratamento adicional [(3x5) +1] e 42 repetições (lagartas). Foram analisados três valores de pH da água para pulverização (2.00, 6.00 e 10.00) em combinação com 5 horários de aplicação Após Preparo da Calda-APC (0, 3, 6, 12, 24 horas) e uma testemunha (água). O inseticida submetido as condições de preparo de calda, foi o Thuricide WP, na dose 500 g/ha. O experimento foi realizado em esquema fatorial com tratamento adicional [(3x5) +1] e 42 repetições (lagartas). Foram analisados três valores de pH da água para pulverização (2.00, 6.00 e 10.00) em combinação com 5 horários de aplicação Após Preparo da Calda-APC (0, 3, 6, 12, 24 horas) e uma testemunha (água). O inseticida submetido as condições de preparo de calda, foi o Thuricide WP, na dose 500 g/há aplicados sobre plantas de soja, após 60 minutos foram recolhidos discos de folhas e fornecidos para lagartas de 2º instar. O presente trabalho mostrou que o produto Thuricide mostrou que nos valores de pH da água e tempo após o preparo da Calda, não houve diferença significativa entre os tratamentos quando avaliados 5 dias após a aplicação.

**Palavras-chave:** Tecnologia de Aplicação. Bioinseticida Bt. *Bacillus thuringiensis*.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF WATER pH AND TIME BETWEEN SYLUD PREPARATION AND THURICIDE WP SPRAYING ON THE CONTROL OF *Chrysodeixis includens* IN SOYBEANS

AUTHOR: Lucas Eduardo Hahn

ADVISOR: Adriano Arru  Melo

Nowadays, *Chrysodeixis includens*, popularly known soybean looper, is one of the most important pest lepidopteran species in soybean. Currently, chemical control and the use of Bt crops are the most used control tactics for the management of *C. includens*. However, recently reports of false-measure resistance have been reported in the country. Bt bioinsecticides appear as an important control tool, however much information about the quality of the water used for spraying is necessary, as well as how much the solution can be prepared without losing efficiency. The aim of the present work was to evaluate the efficiency of Bt bioinsecticides in mixtures with different pH values and preparation time on *C. includens*. The bioassay was performed in a factorial scheme with additional treatment [(3x5) +1] and 42 repetitions (Larvae). Three spray water pH values (2.00, 6.00 and 10.00) were analyzed in combination with 5 application times After Preparation spray time of the PST (0, 3, 6, 12, 24 hours) and a control (water). The insecticide subjected to the spray preparation conditions was Thuricide WP, at a dose of 500 g/ha. The experiment was carried out in a factorial scheme with additional treatment [(3x5) +1] and 42 repetitions (Larvae). Three spraying water pH values (2.00, 6.00 and 10.00) were analyzed in combination with 5 application times After Preparation of the PST (0, 3, 6, 12, 24 hours) and a control (water). The insecticide subjected to the spray preparation conditions was Thuricide WP, at a dose of 500 g/ha applied to soybean plants, after 60 minutes leaf discs were collected and supplied to 2nd instar caterpillars. Mortality was assessed for 5 days. The present work showed that the Thuricide product showed that in the pH values of the water and time after the syrup preparation, there was no significant difference between the treatments when evaluated 5 days after application.

**Keywords:** Application Technology. Bt Bioinsecticide. *Bacillus thuringiensis*.



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Análise de variância para a variável mortalidade, com potencial hidrogeniônico (pH) e tempo após preparo da calda (APC) como fonte de variação	27
TABELA 2 – Mortalidade de <i>Chrysodeixis includens</i> de 2º instar por Thuricide sobre diferentes valores de pH da água e tempo de após o preparo da calda sobre plantas de soja em Pereiras, SP, safra agrícola 2021/2022	28

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	11
2.1	LAGARTA FALSA-MEDIDEIRA <i>CHRYSODEIXIS INCLUDENS</i>	11
2.2	CONTROLE DE <i>CHRYSODEIXIS INCLUDENS</i>	13
2.2.1	Controle químico	13
2.2.2	Limitações do controle químico	14
2.2.3	Controle com <i>Bacillus thuringiensis</i>	15
2.2.4	Limitações do uso de bioinseticidas Bt	16
2.2.5	Tecnologia de aplicação	17
2.2.6	Potencial hidrogeniônico (pH)	18
2.2.7	Volume de calda	19
2.2.8	Mistura em tanque	19
<b>3</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO – INFLUÊNCIA DO PH DA ÁGUA DE PULVERIZAÇÃO E O TEMPO DE PREPARO DE CALDA DE THURICIDE WP NO CONTROLE DE <i>CHRYSODEIXIS INCLUDENS</i> EM SOJA</b>	21
3.1	INTRODUÇÃO	22
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.2.1	Ensaio de pH do intestino das lagartas	23
3.2.2	Medição do pH do intestino médio das lagartas	24
3.2.3	Criação de <i>Chrysodeixis includens</i> para bioensaios	25
3.2.4	Bioensaio de Mortalidade	25

3.3	RESULTADOS	26
3.4	DISCUSSÃO	28
3.5	CONCLUSÃO	30
	<b>REFERÊNCIAS</b>	31
4	<b>DISCUSSÃO GERAL</b>	35
	<b>REFERÊNCIAS</b>	36
	<b>APÊNDICE A</b>	44
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	

A busca por uma agricultura mais sustentável e com efetividade, tem se intensificado nos últimos anos devido à necessidade de ferramentas de controle que auxiliam na rotatividade de produtos para o controle de pragas em um cultivo tão extensivo como o da soja. De acordo com dados da Embrapa, o Brasil é líder mundial em utilização de tecnologias de controle biológico de pragas, com mais de 23 milhões de hectares protegidos com tais ferramentas.

Considerados seguros a saúde humana e ao ambiente, bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt) Berliner, são utilizados com sucesso no controle de pragas desde a segunda metade do século 20 (SANCHIS, 2011). Sua característica típica é a produção de cristais proteicos que ocorre, geralmente durante a esporulação, sendo tóxico para uma gama de insetos.

Nesse contexto, o controle biológico a partir da utilização de Bt, se posiciona de forma que os produtores tenham uma alternativa segura e eficiente no controle de, por exemplo, *Chrysodeixis includens* (WALKER, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae). Essa praga no decorrer das últimas safras tem se apresentado como um problema de difícil resolução, e dessa forma se tornando uma das principais pragas no cultivo da soja.

A partir disso, muito se discute o emprego de uma melhor tecnologia de aplicação, com o objetivo de melhorar os níveis de controle. Com a tendência crescente na utilização de ferramentas biológicas, tais discussões têm se intensificado devido à complexidade e sensibilidade desses organismos. Entender seu modo de funcionamento, condições ideais para sobrevivência, seja antes, durante ou depois da aplicação, são fatores chaves para o sucesso na aplicação.

Por se tratar de organismos vivos, garantir a viabilidade destes materiais tem sido tarefa difícil tanto para pesquisadores como para produtores. Uma vez que, apesar de sua eficiência ser comprovada, nota-se que no campo seu comportamento tem sofrido oscilações.

Desta forma, o presente trabalho busca responder algumas hipóteses sobre o comportamento de tais organismos quando expostos a diferentes situações durante o preparo da calda a ser pulverizada.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 LAGARTA FALSA-MEDIDEIRA *Chrysodeixis includens*

A família Noctuidae é uma das mais diversas da ordem Noctuidae, com aproximadamente 21.000 espécies amplamente distribuídas no mundo, além de grande ocorrência em países tropicais (FUJIHARA *et al.*, 2016). Dentro da família Noctuidae, a subfamília Plusiinae possui como principal característica, apenas três pares de patas abdominais na fase de larva, um par em cada um dos segmentos 5, 6 e 10. É essa característica, pela qual elas se locomovem, como se estivesse medindo palmos, que tem o nome popular lagarta falsa-medideira (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2010).

A subfamília Plusiinae é composta por um pequeno número de espécies dentro da família Noctuidae, no entanto possui distribuição em todo o mundo e com um número estimado de 40 espécies (GOATER; RONKAY; FIBIGER, 2003). No Brasil, ocorrem sete espécies da subfamília Plusiinae: *Agrapha oxygramma* (GEYER, 1832), *Argyrogramma verruca* (FABRICIUS, 1794), *Autoplusia egena* (GUENÉE, 1852), *Chrysodeixis includens* (WALKER, 1858), *Notioplusia illustrata* (GUENÉE, 1852), *Rachiplusia nu* (GUENÉE, 1852), *Trichoplusia ni* (HÜBNER, 1803) (GRECCO; POLANCZYK; PRATISSOLI, 2010; CLAUDINO, 2014).

Dentre as espécies citadas anteriormente, a *Chrysodeixis includens* (WALKER, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae), popularmente conhecida como lagarta-falsa-medideira, é praga de plantas economicamente importantes como soja, algodão, tabaco, feijão, girassol e diversas hortaliças de maior ocorrência no Brasil pertencente a subfamília Plusiinae (MARSARO JÚNIOR *et al.*, 2010; CLAUDINO, 2014; SPECHT; PAULA-MORAES; SOSA-GÓMEZ, 2015), cabe ressaltar que *C. includens* pertencia ao gênero *Pseudoplusia* McDonnug, 1944 (POOLE, 1989), mas baseado na revisão de caracteres morfológicos da genitália de noctuídeos europeus, Goater, Ronkay e Fibiger (2003) consideraram *Pseudoplusia* ser um sinônimo de *Chrysodeixis* Hübner, 1821, sendo esse último considerado correto.

No cenário atual, a *C. includens* utiliza como hospedeiro cerca de 174 plantas de 39 famílias. No Brasil, são registradas 26 plantas hospedeiras para a sobrevivência dessa espécie ao longo de todas as estações do ano, mesmo quando não houver os cultivos de espécies como soja e algodão (SPECHT; PAULA-MORAES; SOSA-GÓMEZ, 2015). No entanto, as informações de como ocorreu a dispersão são escassas para essa espécie no Brasil,

dificultando o entendimento sobre a capacidade de dispersão da espécie bem como, o recente aumento populacional de *C. includens* (PALMA *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2017).

Até a década de 1990, *C. includens* era classificada como praga de importância secundária na cultura da soja, sendo considerada uma praga que necessitava de reduzidas medidas de controle. Porém, a partir dos anos 2000, ocorreu um aumento expressivo na ocorrência dessa praga, principalmente na cultura da soja com populações dessa praga elevando seu status para uma praga-chave (GUEDES *et al.*, 2011; MOSCARDI *et al.*, 2012).

Entre as diversas hipóteses para explicar a mudança de status da *C. includens* de praga secundária para primária, a mais citada, mas ainda não plenamente testada, é a redução da ocorrência de agentes naturais de controle. Essa redução foi associada com início da ocorrência do fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi*, agente etiológico da ferrugem asiática da soja. A dificuldade de controlar a disseminação do fungo na cultura da soja, promoveu a aplicação calendarizada de defensivos agrícolas não seletivos, proporcionando a redução da ocorrência do fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* (SOSA-GOMÉZ *et al.*, 2003).

A expansão do cultivo de soja no Brasil pode ter de maneira significativa contribuído para o aumento da ocorrência de *C. includens*. Até o início dos anos 70, a cultura da soja era cultivada somente na região sul do Brasil, porém os avanços nos métodos de cultivos e a disponibilidade de novas tecnologias e variedades permitiram a expansão dessa cultura para novas fronteiras, ocupando a região do Cerrado (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). Essa expansão causou um aumento significativo na área plantada, saindo de 1.319 mil ha no ano de 1969 para a 33.890 mil ha em 2018 (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018).

Outro detalhe que deve ser observado é a presença dessa espécie em cultivos onde anteriormente não eram comumente encontrados, com exemplo na cultura do milho (BRUCELLI *et al.*, 2020). Dessa forma, além da *C. includens* se tornar uma praga chave, iniciou a ocorrência em culturas onde anteriormente não era relatada.

Os adultos de *C. includens* são mariposas com asas dispostas de forma inclinada, com aproximadamente 35 mm de envergadura. As asas são de coloração escuras, com duas manchas prateadas na parte central das asas anteriores, e as asas posteriores são de coloração marrom (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2010; MOSCARDI *et al.*, 2012). As fêmeas depositam seus ovos de forma isolada na face abaxial das folhas. Esses ovos são de formato globular, medindo aproximadamente 0,5 mm de diâmetro e apresentam coloração clara que tendem a escurecer próximo a eclosão, além de um desenvolvimento embrionário de aproximadamente cinco dias (BARRIONUEVO *et al.*, 2012).

As larvas de *C. includens*, ao eclodirem, são de coloração verde-clara, com listras longitudinais brancas e pontuações pretas espalhadas ao longo do corpo. A duração do período imaturo é de aproximadamente 23 dias, atingindo aproximadamente 45 mm de comprimento, com uma média de seis instares larvais até formar a pupa, que ocorre em uma teia, com período pupal de sete a nove dias até a emergência dos adultos. No campo, o ciclo de vida completo de *C. includes* dura um período de aproximadamente 43 dias (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2010; BARRIONUEVO *et al.*, 2012).

Em relação ao dano, no Brasil, as lagartas pequenas, assim como as grandes de *C. includens* têm sido frequentemente encontradas no terço inferior das plantas de soja e algodão (ZULIN; ÁVILA; SCHLICK-SOUZA, 2018). No primeiro e segundo instares tem o hábito de rasparem as folhas, enquanto, a partir do terceiro começam a perfurar, deixando somente, as nervuras centrais e laterais intactas proporcionando um aspecto rendilhado. Esse hábito de alimentação se diferencia do ataque de outros desfolhadores (PERINI *et al.*, 2020).

## 1.2 CONTROLE DE *Chrysodeixis includens*

A *C. includens* é uma praga de difícil controle, principalmente no estágio reprodutivo da soja, uma vez que o dossel foliar fecha as entre linhas da cultura, e, como dito anteriormente, as lagartas ocorrem predominantemente nas partes inferior e média das plantas. Diante disso, uma pulverização de qualidade precisa ser feita para atingir o alvo (ZULIN; ÁVILA; SCHLICK-SOUZA, 2018). Atualmente seu controle é realizado principalmente com a utilização de inseticidas químicos.

### 1.2.1 Controle químico

Com o uso do controle químico, a tecnologia de aplicação se torna uma ferramenta imprescindível para a correta aplicação, colocando o produto no alvo. No entanto, essa dificuldade leva os produtores a aumentarem a dose ou o número de aplicações, o que tem impacto negativo sobre os inimigos naturais (BUENO *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2018). Entre as classes de inseticidas utilizados para controle de *C. includens*, estão as diamidas, os reguladores de crescimento, os piretroides, os organofosforados os carbamatos (AGROFIT, 2003).

As pulverizações para o controle de *C. includens*, geralmente iniciam aos 45 dias após a emergência da cultura, a depender da cultivar e das condições para o fechamento do dossel

(GRIGOLLI, 2016). Diante disso, se for observado um aumento da população, as aplicações de inseticidas no pré-fechamento do dossel podem protelar o aumento populacional. Para aplicações dessa forma, devem ser utilizados produtos com efeito residual, como os reguladores de crescimento (GRIGOLLI, 2016). Entretanto, algumas populações de *C. includens* apresentaram baixa suscetibilidade a dois ingredientes ativos (teflubenzuron e novaluron) do grupo dos reguladores de crescimento (STACKE *et al.* 2019; THIESEN *et al.*, 2019).

Os ingredientes ativos do grupo das diamidas mais recomendados para o controle de *C. includens* nos últimos anos são flubendiamida e clorantraniliprole (SPROGER; SOSA-GÓMEZ, 2016; SILVA, 2017; ÁVILA; CAVALHEIRO; SILVA, 2019; STACKE *et al.*, 2019). Os mesmos autores também relataram, que a eficiência de controle foi acima de 80% para ambos. Além disso, o uso de clorantraniliprole em mistura com neonicotinoide no tratamento de semente reduziram o consumo foliar de *C. includens* (VIEIRA *et al.*, 2019)

Os reguladores de crescimento, como citado anteriormente novaluron e teflubenzuron são mais utilizados para o controle. Para solucionar os problemas de redução da suscetibilidade para populações de *C. includens*, a utilização de mistura com indoxacarbe vem sendo utilizadas, Ávila, Cavalheiro e Silva (2019) testaram diferentes doses de mistura de indoxacarbe e novaluron, e obtiveram níveis de controle variando de 80 a 90% aproximadamente, chamando a atenção de que a mistura também foi eficiente no controle de pragas de instares maiores. Além disso, em trabalhos conduzidos de 2014 a 2016, Perini (2019) observou a redução da eficiência da maioria dos inseticidas testados no período, no entanto, os inseticidas indoxacarbe e clorfenapir não apresentaram essa redução na eficiência.

Em relação aos piretroides, também são utilizados para o controle de falsa-medideira, no entanto, deve-se tomar cuidado com o uso desse grupo de inseticidas, devido ao recente relato de resistência de populações de *C. includens* à lambda-cialotrina, onde a razão de resistência foi de 73,3 vezes (STACKE *et al.* 2020). Os mesmos autores ainda chamam a atenção para o uso de piretroides de forma isolada, visto o risco de resistência cruzada para deltametrina e cipermetrina, os autores encontraram razões de resistência de 6,2 e 22,5 vezes, respectivamente, destacando o potencial desse inseto desenvolver resistência a outros piretroides.

## **1.2.2 Limitações do controle químico**

O uso de inseticidas químicos como todo método de controle possui vantagem, como ação rápida. Mas também apresenta desvantagem, como o efeito adverso em inimigos naturais, como predadores, parasitoides e organismos não alvo (polinizadores). Em relação ao efeito de agrotóxicos em predadores, existem vários estudos relatando efeitos negativos de inseticidas em insetos benéficos (SCHNEIDER *et al.*, 2009; BENAMÚ; SCHNEIDER; SÁNCHEZ, 2010; ARNÒ; GABARRA, 2011; FOGEL, 2012).

Além disso, impactos causados pelos inseticidas interferem no controle de pragas secundárias, como a aplicação de inseticidas de amplo espectro altera as comunidades inimigos naturais e pode facilitar surtos secundários de pragas, que ocasiona o aumento na população, necessitando de outra medida de controle (BEERS; HORTON; MILICZKY, 2016; HILL; MACFADYEN; NASH, 2017).

A diminuição das colônias de abelhas em função do uso inadequado de inseticidas químicos, aumentou a preocupação devido principalmente ao potencial impacto na polinização de culturas e plantas selvagens (POTTS *et al.*, 2010). A preocupação é ainda maior quando se trata dos neonicotinoídeos, que são ambientalmente persistentes e sistêmicos: podem ser encontrados nas gotículas de néctar e no pólen que as abelhas coletam (DIVELEY; KAMEL, 2012; BONMATIN *et al.*, 2015; HLADIK; VANDEVER; SMALLING, 2016).

### 1.2.3 Controle com *Bacillus thuringiensis*

*Bacillus thuringiensis* é uma bactéria gram-positiva, em forma de bastonete, formadora de esporos e capaz de produzir cristais durante a fase reprodutiva, responsáveis pela atividade tóxica desta bactéria (GLARE *et al.*, 2012; LACEY *et al.*, 2015). O Bt produz várias toxinas durante as fases vegetativa e de esporulação, dentre as quais pode-se destacar Cry, Cyt e Vip (PALMA *et al.*, 2014; CRICKMORE, 2017).

Bioinseticidas à base de Bt, são utilizados com sucesso no controle de pragas desde a segunda metade do século 20 (SANCHIS, 2011). Misturas de esporos e cristais, na forma de bioinseticidas, têm sido utilizadas com sucesso no controle de pragas agrícolas, especialmente da ordem Lepidoptera (SANAHUJA *et al.*, 2011; POLANCZYK; VAN FRANKENHUYZEN; PAULI, 2017; RAO; JURAT-FUENTES, 2020).

Nos últimos anos, houve um aumento na adoção de bioinseticidas Bt em sistemas de MIP no Brasil após a entrada e rápida dispersão da praga *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera:Noctuidae) e após o aumento da ocorrência de *C. includens* em lavouras de soja. Devido ao grande potencial de ocasionar danos e pela dificuldade de controle que essas



pragas vêm mostrando nas últimas safras, especialmente na safra 2013/2014. Essas duas pragas impulsionaram consideravelmente o mercado de bioinseticidas Bt, devido sua grande eficiência comprovada em campo, enquanto a maioria dos inseticidas químicos disponíveis apresentaram baixa eficiência (POLANCZYK; VAN FRANKENHUYZEN; PAULI, 2017). Atualmente no Brasil, são registradas 27 formulações à base de *B. thuringiensis* para o controle de cerca de 33 pragas de importância agrícola (AGROFIT, 2003).

Nos últimos anos, os bioinseticidas Bt, entraram na discussão sobre utilização em áreas de refúgio, devido ao risco de resistência cruzada entre a toxina presente na planta Bt e aquelas dos bioinseticidas (CONTE *et al.* 2016). No entanto, cabe ressaltar que bioinseticidas Bt possuem mais de uma toxina em sua composição, por exemplo o Dipel® possui as toxinas Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac e Cry2Aa (FU *et al.*, 2008), que podem se ligar a diferentes receptores. No que se refere ao bioinseticida Bt o mesmo ainda tem a presença do esporo, que pode contribuir com aproximadamente 35% da mortalidade da praga (MOHD-SALLEH; LEWIS, 1982). Além disso, trabalhos recentes demonstraram a ausência de resistência cruzada entre as toxinas de cultivos Bt e bioinseticidas Bt (JAKKA; KNIGHT; JURAT-FUENTES, 2014; HORIKOSHI *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2019).

#### **1.2.4 Limitações do uso de bioinseticidas Bt**

Os bioinseticidas Bt, apresentam inúmeras vantagens em seu uso, destacando a seletividade a inimigos naturais e organismos não alvo como por exemplo polinizadores, bem como ser inócuo ao ser humano (RAYMOND; FEDERICI, 2018). No entanto bioinseticidas Bt apresentam grande sensibilidade a fatores como temperatura elevada, baixa umidade e principalmente radiação UV (NASCIMENTO; POLANCZYK, 2019).

Estudos avaliando a influência de fatores climáticos na persistência de *B. thuringiensis*, iniciaram na década de 60, com a avaliação do efeito da luz solar sobre a viabilidade de bioinseticida Bt (CANTWELL; FRANKLIN, 1966), o estudo foi pioneiro em mostrar que a que esporos de *B. thuringiensis* perdem rapidamente a viabilidade quando expostos a luz solar por longos períodos.

Posteriormente, iniciaram vários trabalhos, avaliando a persistência, principalmente em espécies ornamentais e florestais, no hemisfério Norte (PINNOCK; BRAND; MILSTEAD, 1971; PINNOCK *et al.*, 1974; PINNOCK *et al.*, 1975; BRAND *et al.*, 1976). Através desses estudos, pode observar que inúmeros fatores interferem na persistência, como o tipo de formulação (PINNOCK; BRAND; MILSTEAD, 1971; LYNCH *et al.*, 1980),

concentração (BRAND *et al.*, 1976), espécie da planta, pois a arquitetura da planta pode influenciar na deposição inicial, bem como a exposição (PINNOCK *et al.*, 1975).

Outros fatores ainda podem influenciar como a chuva, que causa significativa redução dos esporos viáveis de Bt, devido à lavagem da formulação do limbo foliar da planta (FRYE *et al.*, 1973). A baixa persistência em campo necessitou de estudos com a adição de adjuvantes à formulação e a utilização de formulações encapsuladas. As primeiras tecnologias implementadas para aumentar a persistência de *B. thuringiensis* em campo, foi o uso de aditivos, incluindo substâncias umectantes, adesivas, protetores solares (RODRÍGUEZ *et al.*, 2015). Porém, formulações com maior persistência em campo e econômicas foram desenvolvidas com o auxílio de técnicas de encapsulamento (BOK *et al.*, 1993).

O encapsulamento é uma tecnologia que permite envolver um ingrediente ativo (agente de controle), com o auxílio de materiais para proteção contra a radiação solar, altas temperaturas e baixa umidade relativa (VEMMER; PATEL, 2013). Exemplos desses materiais são biopolímeros, polímeros químicos e microrganismos.

Os primeiros materiais utilizados foram os biopolímeros, como amido ou misturas de farinhas de cereais (MCGUIRE *et al.*, 1996). Eram de fácil aquisição e de baixo custo, características importantes para a utilização desses materiais como agentes encapsulantes. Os polímeros químicos iniciaram seu uso mais tarde, com o encapsulamento da protoxina Cry1Ac utilizando ácido acrílico e estireno sulfonato. Esse produto mostrou resultados promissores, visto que a atividade inseticida não foi afetada quando utilizada a protoxina encapsulada da forma livre. Estes resultados sugeriram que formulação fornece uma metodologia promissora, que protege as protoxinas do ambiente e as libera especificamente no intestino médio dos insetos-alvo (YANG *et al.*, 2012).

### **1.2.5 Tecnologia de aplicação**

O sucesso de uma correta pulverização está relacionado com a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental possível (MATUO, 1990). No entanto, para isso é necessário conhecer os fatores que influenciam na aplicação. O conhecimento da cultura, alvo, produto utilizado, equipamento e as condições ambientais são essenciais para uma aplicação eficaz (AZEVEDO, 2012).

A deriva do produto durante a pulverização acompanhado da evaporação são os processos de perda que mais influenciam durante a aplicação (COMBELLACK, 1981). A

deriva, fenômeno resultante de erros no processo de aplicação, além de diminuir a eficácia de produtos fitossanitários, potencializa o risco de contaminação do ambiente e de culturas agrícolas periféricas (AL HEIDARY *et al.*, 2014; ZHANG; LUO; GOH, 2018). Além de culturas periféricas, pode contaminar áreas de florestas. Botías *et al.* (2015) observaram que grande maioria (97%) dos resíduos de neonicotinoides trazidos no pólen para colmeias de abelhas é proveniente de flores silvestres, não de plantações.

Quando se fala de pragas que atacam o terço médio e inferior da cultura, uma má distribuição da calda de pulverização desuniforme no dossel vai implicar em falhas no controle (GUEDES *et al.*, 2012). Diante disso, fatores como escolha correta da ponta de pulverização são imprescindíveis para a correta deposição dos produtos no dossel inferior da cultura. Nesse sentido, as pontas de pulverização que são responsáveis pela formação das gotas, apresentam diversos modelos, variando tipo de jato, tamanho do orifício, ângulo de descarga, pressão de trabalho, esses fatores em conjunto determinam o espectro de gotas, intimamente relacionado à cobertura do alvo pela calda pulverizada (BALAN *et al.*, 2012).

Além da correta escolha da ponta de pulverização, o volume de calda e o horário de aplicação devem ser considerados.

### **1.2.6 Potencial hidrogeniônico (pH)**

Dentre os diversos fatores que influenciam a qualidade na aplicação de agrotóxicos, o pH da calda se apresenta como um fator de grande relevância, uma vez que, para diluição e composição das caldas a serem pulverizadas, geralmente se utiliza água. Dessa forma, quando há uma inadequação na sua qualidade físico-química a eficácia do produto pode ser afetada. Essa condição ocorre geralmente quando, de forma associada, temos uma alta associação de minerais e pH alcalino.

A maioria dos produtos fitossanitários apresentam pH ideal próximo de 5,0 (THIESEN *et al.*, 2019), ou seja, em meio ácido. Esse fato impede que o produto químico sofra hidrólise alcalina. O acréscimo de agrotóxicos na água geralmente altera o pH da calda de pulverização. Essa alteração atua nos níveis de dissociação dos ingredientes ativos e na estabilidade (KISSMANN, 1998).

Al-Mughrabi e Nazer (1991), ao avaliar a estabilidade química do inseticida piretroide cipermetrina em águas com diferentes valores de pH, obtiveram maior porcentagem de hidrólise da molécula inseticida (31,2%) quando em mistura com água de pH mais elevado

(pH 8,38), 24 horas após o preparo da calda. Com base nisso, pode-se supor que o tempo após o preparo da calda pode interferir na eficiência dos agrotóxicos.

### **1.2.7 Volume de calda**

O volume de calda por definição, é a quantidade mínima de calda necessária para proporcionar cobertura do dossel da cultura, em função do equipamento ou técnica de pulverização utilizada, proporcionando efeito biológico desejado ou eficácia de controle (JULIATTI; NASCIMENTO; REZENDE, 2010). O volume de calda por hectare em uma pulverização não é fixo, é definido seguindo alguns critérios como modelo e vazão da ponta, espécie, densidade de plantas e condições meteorológicas (SOUZA; PALLADINI, 2005).

No atual cenário da agricultura, onde tem a necessidade de aumentar a capacidade operacional, a redução do volume de calda torna-se uma tendência, de maneira que essa pratica possibilita diminuir o uso de água, reduzir da frota de pulverizadores, maior área tratada em menor tempo, reduzir paradas para abastecimentos (FERREIRA; MATUO; BARBOSA, 1999). O uso de baixos volumes, pode ser mais eficiente simplesmente pela maior concentração do ingrediente ativo, permitindo maior eficácia, aliado ao tamanho de gota ideal para controlar um determinado inseto (MCCRACKEN, 2015; ALMEIDA *et al.*, 2013; TIMOSSI *et al.*, 2013; ALMEIDA *et al.*, 2015).

Quando se fala do volume de calda para *C. includens*, o volume recomendado está em torno de 150 L ha<sup>-1</sup> (MARTINS; TOMQUELSKI, 2015; ALMEIDA, 2017). Estudos com redução do volume de calda para a falsa-medideira são escassos, mas experimentos realizados para o controle de *S. eridania* verificaram menor infestação em áreas submetidas à aplicação de 75 L ha<sup>-1</sup> de calda, em relação às lavouras sob aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup>, aos dez dias após a aplicação (PEREIRA *et al.*, 2012). O volume de calda citado é recomendado para inseticida químicos, quando falamos de Bt bioinseticidas, até o momento não existem trabalhos nesse sentido para *C. includens*. No entanto, reduzir o volume de aplicação e manter a qualidade da aplicação é possível.

### **1.2.8 Mistura em tanque**

A mistura em tanque pode ser definida como associação de agrotóxicos e afins no tanque de um equipamento de aplicação, imediatamente antes da operação de pulverização (GAZZIERO, 2015). A mistura realizada em tanque pode resultar em três situações: efeito

aditivo, a eficiência do produto é similar à aplicação de ambos de forma individual; efeito sinérgico, quando a mistura de dois produtos tem eficiência aumentada; e efeito antagônico, quando um produto interfere negativamente na eficiência de controle de outro produto que faz parte de uma mistura (QUEIROZ; MARTINS; CUNHA, 2008).

Em função disso, foi instaurada no dia 11 de outubro de 2018, uma normativa entre o MAPA e o CONFEA, estabelecendo ao Eng. Agrônomo a responsabilidade de definir as misturas que podem ser feitas a partir de determinados produtos. Até então o receituário reproduzia o previsto nas bulas emitidas pelos fabricantes.

De acordo com Parra (2014), em virtude do crescimento da adoção de bioinseticidas à base de entomopatógenos na última década é necessário estudar a compatibilidade entre estes produtos, visto que a utilização conjunta pode potencializar o efeito de ambos, além de produzir informações que possam auxiliar na tomada de decisão no momento de realizar uma mistura em tanque. A ação desses agrotóxicos sobre os entomopatógenos pode variar em função da espécie e linhagem do patógeno, da composição química dos produtos e também das doses utilizadas nas misturas. Esses produtos podem atuar inibindo o crescimento vegetativo e a esporulação dos microrganismos, podendo causar mutações genéticas com potencial de levar a diminuição da virulência do agente à determinada praga. A presença de adjuvantes e outros aditivos, utilizados no preparo da calda, podem ocasionar problemas de compatibilidade com entomopatógenos (BATISTA FILHO; ALMEIDA; LAMAS, 2001).

Inicialmente, os estudos de compatibilidade são feitos por meio de ensaios *in vitro* de crescimento microbiano ou sobrevivência durante a exposição a um agrotóxico (SCHUMACHER; POEHLING, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2014). Esses testes são geralmente projetados para imitar os tipos de exposição que ocorrerão no campo. O tipo de teste pode influenciar os resultados e, por isso, geralmente é recomendável realizar mais de um tipo de teste. Silva *et al.* (2005) sugerem a padronização de testes de compatibilidade entre agrotóxicos e bioinseticidas.

### 3 ARTIGO CIENTÍFICO – INFLUÊNCIA DO PH DA ÁGUA DE PULVERIZAÇÃO E O TEMPO DE PREPARO DE CALDA DE THURICIDE WP NO CONTROLE DE *Chrysodeixis includens* EM SOJA

Lucas Hahn, Ricardo Antônio Polanczyk, Adriano Arrué Melo

#### Abstract

Nowadays, *Chrysodeixis includens*, popularly known as soybean looper, is one of the most important pest lepidopteran species in soybean. Currently, chemical control and the use of Bt crops are the most used control tactics for the management of *C. includens*. However, recently reports of false-measure resistance have been reported in the country. Bt bioinsecticides appear as an important control tool, however much information about the quality of the water used for spraying is necessary, as well as how much the solution can be prepared without losing efficiency. The aim of the present work was to evaluate the efficiency of Bt bioinsecticides in mixtures with different pH values and preparation time on *C. includens*. The bioassay was performed in a factorial scheme with additional treatment [(3x5) +1] and 42 repetitions (Larvae). Three spray water pH values (2.00, 6.00 and 10.00) were analyzed in combination with 5 application times After Preparation spray time of the PST (0, 3, 6, 12, 24 hours) and a control (water). The insecticide subjected to the spray preparation conditions was Thuricide WP, at a dose of 500 g/ha. The experiment was carried out in a factorial scheme with additional treatment [(3x5) +1] and 42 repetitions (Larvae). Three spraying water pH values (2.00, 6.00 and 10.00) were analyzed in combination with 5 application times After Preparation of the PST (0, 3, 6, 12, 24 hours) and a control (water). The insecticide subjected to the spray preparation conditions was Thuricide WP, at a dose of 500 g/ha applied to soybean plants, after 60 minutos leaf discs were collected and supplied to 2nd instar caterpillars. Mortality was assessed for five days. The present work showed that the Thuricide product showed that in the pH values of the water and time after the syrup preparation, there was no significant difference between the treatments when evaluated five days after application.

**Keywords:** Application Technology. Bt Bioinsecticide. *Bacillus thuringiensis*.

#### Resumo

No cenário atual a *Chrysodeixis includens*, popularmente conhecida como lagarta-falsa-medideira, é uma das espécies de lepidópteros-praga com maior importância de ocorrência na soja. Atualmente, o controle químico e o uso de plantas geneticamente modificadas são as táticas de controle mais usadas para o manejo de *C. includens*. No entanto, recentemente relatos de resistência de falsa-medideira têm sido reportados no país. Os bioinseticidas Bt aparecem como uma importante ferramenta de controle, no entanto muitas informações sobre a qualidade da água utilizada para a pulverização são necessárias, bem como por quanto tempo a calda pode ficar preparada sem perder a eficiência. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de um bioinseticida Bt em caldas com diferentes valores de pH quando decorridos diferentes intervalos de tempo entre o preparo das caldas e a pulverização, sobre *C. includens*. O bioensaio foi realizado em esquema fatorial com tratamento adicional [(3x5) +1] e 42 repetições (lagartas). Foram analisados três valores de pH da água para pulverização (2,00, 6,00 e 10,00) em combinação com cinco intervalos de

tempo de aplicação Após Preparo da Calda-APC (0, 3, 6, 12, 24 horas) e uma testemunha (água). O inseticida submetido as condições de preparo de calda, foi o Thuricide WP, na dose 500 g ha<sup>-1</sup> aplicados sobre plantas de soja. Após 60 minutos foram recolhidos discos de folhas e fornecidos para lagartas de 2º instar. Não houve diferença significativa entre os tratamentos quando avaliados cinco dias após a aplicação.

**Palavras-chave:** Tecnologia de Aplicação. Bioinseticida Bt. *Bacillus thuringiensis*.

## 1.1 INTRODUÇÃO

No cenário atual a *Chrysodeixis includens* (WALKER, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae), popularmente conhecida como lagarta-falsa-medideira, é uma das espécies de lepidópteros-praga com maior importância de ocorrência na soja. Essa praga tem como hospedeiro cerca de 174 plantas de 39 famílias, tendo no Brasil 26 plantas hospedeiras registradas para sua sobrevivência ao longo de todas as estações do ano (SPECHT; PAULA-MORAES; SOSA-GÓMEZ, 2015). Desde início dos anos 2000 até os dias atuais, a lagarta falsa-medideira em soja tem sido controlado principalmente por inseticidas químicos (MURARO *et al.*, 2019; BUSS *et al.*, 2022). No entanto, com o início da comercialização da soja expressando proteínas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* (Bt) Berliner, o uso dessa tecnologia também se tornou uma ferramenta importante para o manejo de *C. includens* (BERNARDI *et al.*, 2012; SORGATTO *et al.*, 2015; MARQUES *et al.*, 2016).

O controle químico e o uso de plantas geneticamente modificadas são as táticas de controle mais usadas para o manejo de *C. includens* (BUSS *et al.*, 2022). Entretanto, recentemente relatos de resistência de falsa-medideira têm sido reportados no país. Dentre os ingredientes ativos que apresentam relatos de resistência, estão Lambda-cialotrina (STACKE *et al.*, 2020; PERINI *et al.*, 2021), flubendiamida (CONTINI *et al.*, 2022) novaluron e teflubenzuron (STACKE *et al.*, 2019). Diante disso, existe a necessidade de desenvolver outras táticas de controle. O uso de bioinseticidas Bt aparece como uma importante alternativa para o controle de *C. includens*.

Bioinseticidas à base de Bt, são utilizados com sucesso no controle de pragas desde a segunda metade do século 20 (SANCHIS, 2011). Nos últimos anos, houve um aumento na adoção de bioinseticidas Bt em sistemas de MIP no Brasil após o aumento da ocorrência de *C. includens* em lavouras de soja. A lagarta falsa-medideira ajudou a impulsionar consideravelmente o mercado de bioinseticidas Bt, devido a sua eficácia comprovada em campo (POLANCZYK; VAN FRANKENHUYZEN; PAULI, 2017).

É importante ressaltar que os bioinseticidas Bt podem ser utilizados em cultivos Bt, fato esse que ocorre, pois, esses produtos possuem mais de uma proteína inseticida em sua composição, e apresentam uma conformação na forma de cristal, diferente de plantas Bt que apresentam as proteínas inseticidas na forma de protoxina ou proteína ativada (FU *et al.*, 2008). Os bioinseticidas tem a presença do esporo, que pode contribuir com aproximadamente 35% da mortalidade do inseto-praga (MOHD-SALLEH; LEWIS, 1982). Além, disso, estudos recentes demonstraram a ausência de resistência cruzada entre as toxinas de cultivos Bt e bioinseticidas Bt (JAKKA; KNIGHT; JURAT-FUENTES, 2014; HORIKOSHI *et al.*, 2019; SOUZA *et al.* 2019).

Apesar de os bioinseticidas Bt serem amplamente utilizados no controle de falsa-medideira, existe uma lacuna de conhecimento sobre diversos pontos da tecnologia de aplicação para esses produtos. Existe uma falta de estudos relacionados com a escolha correta da ponta de pulverização, volume de calda, espectro de gotas e o horário de aplicação. Outro ponto importante são os parâmetros de qualidade da água para pulverização, o pH da água utilizada, levanta muitas dúvidas sobre o efeito do pH da água na eficiência dos produtos na redução ou aumento de eficiência dos produtos (GAZZIERO, 2015; MARQUES, 2019).

O desconhecimento de informações sobre a degradação da calda após muito tempo de preparo é uma limitação que pode fazer com que alguns agricultores, por medo de um de obter uma diminuição da eficiência, aumentem o volume de aplicação ou até descartem a calda, após 24 ou 48 horas de armazenamento. Torna-se, portanto, importante a determinação de períodos de tempo pelos quais as caldas de herbicidas possam ser armazenadas, sem que haja prejuízo à eficácia dos mesmos e, conseqüentemente, sem resultar em prejuízos ao agricultor (RAMOS; DURIGAN, 1998). Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficácia de bioinseticidas Bt em caldas com diferentes valores de pH e tempo entre o preparo da calda e a pulverização sobre *C. includens*.

## 1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 1.2.1 Ensaio de pH do intestino das lagartas

O bioensaio foi realizado no laboratório de sensores eletroquímicos e métodos eletroanalíticos (LSEME), do Departamento de Química Fundamental, na Universidade de São Paulo (USP). As lagartas de *Chrysodeixis includens* (WALKER, 1858) (Noctuidae) foram adquiridas da Biopartner® Agro soluções (Piracicaba, São Paulo, Brasil) e entregues na fase



de ovo e de 1, 2, 3, e 4<sup>o</sup> instares larvais, no LSEME. Por meio desses estádios, foram obtidos todos os seis instares larvais. Cada instar, além da fase de ovo foi acomodado individualmente em copos tampados, contendo dieta artificial para alimentação das lagartas. O material foi acondicionado em sala climatizada a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  até a utilização no experimento. Foram utilizadas todos os 6 instares larvais.

### 1.2.2 Medição do pH do intestino médio das lagartas

O potencial hidrogeniônico (pH) do intestino médio (mesentério) foi medido para cada instar de *C. includens*. O micro manipulador do microscópio eletroquímico de varredura (SECM) acoplado a um microscópio invertido foi utilizado para inserir o micro sensor com precisão no intestino médio dos animais.

O micro sensor era constituído por um micro eletrodo de ouro que teve a sua superfície modificada com uma camada de óxido de irídio (SANTOS *et al.*, 2017), constituindo assim o material sensível ao pH do meio. Antes de cada bioensaio foram realizadas curvas de calibração, a partir de medidas de potencial de circuito aberto em solução Ringer (128mM NaCl, 1,3mM KCl, 18mM CaCl<sub>2</sub>, 2,3mM de Na<sup>+</sup>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (BARROSO *et al.*, 2019) em diferentes valores de pH (2,0 a 10,0). O dispositivo apresentou uma relação linear entre o potencial medido e o pH do meio em toda faixa de pH estudada e apresentou um comportamento super-Nernstiano, demonstrando uma boa sensibilidade. As equações obtidas com as calibrações foram utilizadas para calcular os valores de pH durante os bioensaios a partir do potencial medido com o micro sensor. As medidas in vivo foram realizadas medindo-se o potencial de circuito aberto proveniente do micro sensor em relação ao eletrodo de referência (fio de Ag/AgCl).

Antes da execução do bioensaio as lagartas foram mortas por congelamento, permanecendo em um “freezer” por até duas horas. As lagartas foram dissecadas em NaCl 125 mM, isotônico em relação à hemolinfa de lagartas himenópteras (TERRA *et al.*, 1982), sob um microscópio estereoscópio. Cortou-se a cabeça e o segmento anal da lagarta, abrindo-a pela parte ventral ou dorsal com auxílio de uma tesoura Castroviejo reta de 9,0 cm e pinças finas de 10,0 e 11,0 cm. Imediatamente após a remoção do intestino, foi transferido para uma lâmina de vidro. A lâmina continha camadas de ágar em solução de Ringer, com aproximadamente 3,0 mm de altura. O ágar serviu para apoiar o intestino, manter a umidade do órgão e para inserir o sensor de referência. Para a estabilização da medida o micro sensor, permaneceu por 5,0 minutos em cada intestino (BARROSO *et al.* 2019). O valor do pH foi

obtido pela média do potencial, dentro desse período. Para cada instar foram realizadas três repetições, calculando-se a média dessas repetições. Quando necessário ou no caso de dúvidas, foram realizadas até 10 repetições.

### **1.2.3 Criação de *Chrysodeixis includens* para bioensaios**

A população de *C. includens* foi proveniente de um laboratório de criação massal, no município de Pereiras-SP. A população foi mantida em condições de laboratório na ausência de exposição a bioinseticidas Bt e inseticidas químicos. Os insetos adultos foram colocados em tubos de policloreto de vinila (200 mm × 200 mm) forrados com papel sulfite (substrato de oviposição). A alimentação foi fornecida em placas de Petri (50 mm) com algodão embebido em solução de mel a 10%. Os ovos foram retirados a cada dois dias e transferidos para potes plásticos (200 mL) contendo uma dieta artificial à base de feijão adaptada de Greene, Leppla e Dickerson (1976). As larvas foram individualizadas em copos plásticos de 50 mL contendo a dieta artificial quando atingiram o terceiro instar. A criação foi mantida em temperatura ambiente a  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\% \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 horas (PANIZZI; PARRA, 2009).

### **1.2.4 Bioensaio de Mortalidade**

Um Bioensaio de mortalidade foi conduzido em folhas de soja da cultivar NA 5909 RG. O experimento foi realizado em esquema fatorial com tratamento adicional [(3x5) +1] e 42 repetições (lagartas). Foram analisados três valores de pH da água para pulverização (2,00, 6,00 e 10,00) em combinação com cinco horários de aplicação Após Preparo da Calda -APC (0, 3, 6, 12, 24 horas) e uma testemunha (água). O inseticida submetido as condições de preparo de calda, foi o Thuricide WP, na dose 500 g/ha. A semeadura da soja foi realizada em 15 de outubro de 2021 em Pereiras, SP, Brasil (23°9'13" S e 47°57'32" W), na densidade de 290.000 plantas/ha. Na semeadura, foram aplicados 230 kg/ha de fertilizante composto Nitrogênio-Fósforo-Potássio (NPK; 5-20-20). A soja foi semeada em quatro blocos dispostos em delineamento casualizado com os tratamentos distribuídos em parcelas de 18 m<sup>2</sup> (cada parcela foi composta por seis linhas de soja de 6,0 m de comprimento e espaçamento de 0,50 m entre linhas).

As parcelas foram pulverizadas quando as plantas de soja estavam no estágio de desenvolvido R1 (FEHR; CAVINESS, 1981). A aplicação foi realizada com um pulverizador

costal pressurizado com CO<sub>2</sub> com barra de 3,0 m e 0,5 m de espaçamento entre bicos. O volume de calda utilizado foi de 150 L ha<sup>-1</sup> com pontas de pulverização do tipo jato plano (TeeJet® XR 110.015) com uma pressão de trabalho de 2,0 bar e uma velocidade de aplicação de 3,6 km/h. As condições climáticas no momento da aplicação foram de 28°C, 52% de umidade relativa do ar e 3,0 km/h de velocidade do vento.

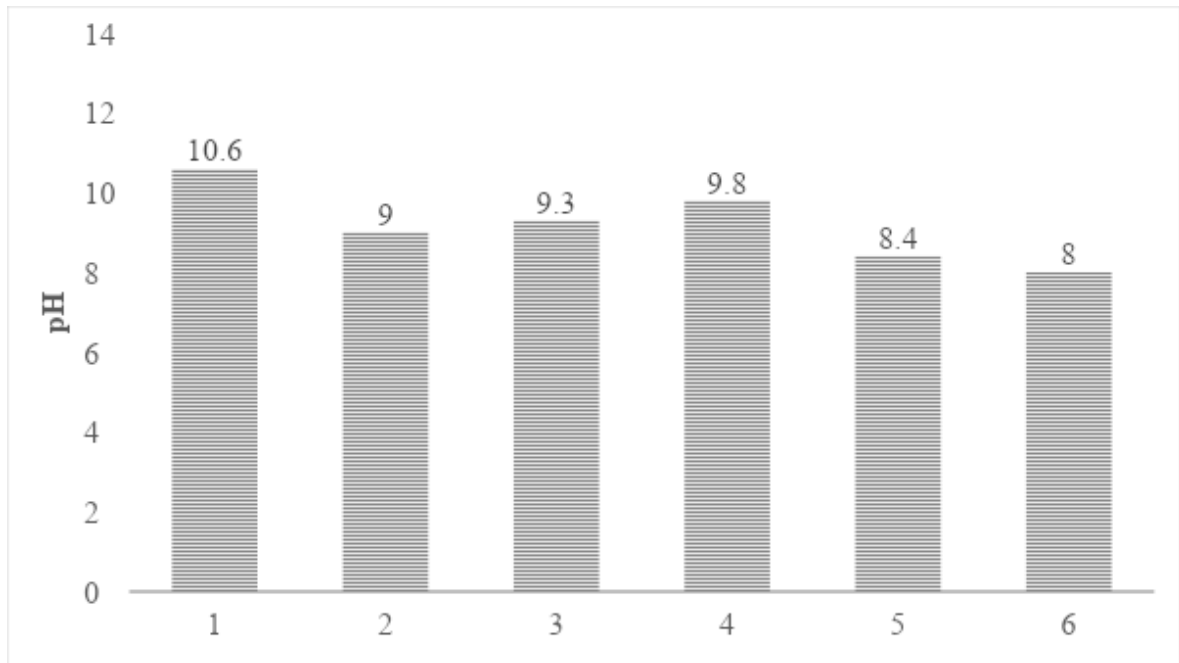
Após 60 min da aplicação, apenas folíolos da parte superior das plantas de soja foram coletados e levados para o laboratório. Posteriormente, as folhas foram colocadas sobre uma mistura gelificada de ágar-água a 2,5% em bandejas de 42 células. Em cada célula foi inoculada uma única lagarta de 2º instar. As bandejas foram acondicionadas em uma sala a 25 ± 2°C, 60 ± 5% de umidade relativa e fotoperíodo de 12:12 h. A mortalidade foi avaliada diariamente durante cinco dias. A mortalidade das lagartas foi calculada utilizando a equação de ABBOTT, segundo a qual Eficiência de controle Abbott (%) = ((T x Tr/ (100-T)) x100, onde T = Testemunha e Tr = Tratado.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância (F-Teste a 5% de probabilidade de erro). Para realizar a análise estatística foi utilizado o software R (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013).

### 1.3 RESULTADOS

A avaliação do pH do intestino de *C. includens* apresentou diferenças ao longo do seu ciclo de desenvolvimento (Figura 1). O maior pH intestinal foi observado no primeiro instar larval (10,6), no segundo instar houve um decréscimo no valor, (9,0), para o terceiro e quarto instar teve um aumento nos valores de pH com valores de 9,3 e 9,8, respectivamente, nos instares subsequentes teve redução, apresentaram 8,4 e 8,0, respectivamente.

Figura 1 – Potencial Hidrogeniônico (pH) do intestino nos seis instares larvais de *Chrysodeixis includens*



Fonte: Autores.

A mortalidade das lagartas (Mort 4DAA / Mort 5DAA) não foi significativa em função do Potencial hidrogeniônico (pH) e do Tempo Após o Preparo da Calda (APC). As interações entre os fatores pH (2, 6 e 10) x Tempo Após o Preparo da Calda (0, 3, 6, 12 e 24) não foram significativas, portanto, pode-se inferir que esses fatores atuam de forma independente (Apêndice A).

A mortalidade das lagartas aos quatro dias após a aplicação apresentou diferença significativa entre os tratamentos. O tratamento pH=6,0 e APC=3 diferiu significativamente do controle e dos tratamentos com pH=2,0 e APC=0; e pH=2,0 e APC=3 (6,67; 0,17; 4,67 e 4,67 de média de lagartas mortas, respectivamente) (Tabela 2). Rever tudo isso...

Talvez avaliar a mortalidade a partir de dois dias após a aplicação dos tratamentos...

Na média de lagartas mortas aos cinco dias após a aplicação, foi observado diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto essa diferença foi observada somente com a comparação de média do tratamento controle e os demais tratamentos (Tabela 1). Se essa diferença foi só entre as lagartas tratadas com o Bt e a testemunha, isso já não está incluído no cálculo da mortalidade?

Tabela 1 – Análise de variância para a variável mortalidade, com potencial hidrogeniônico (pH) e tempo após preparo da calda (APC) como fonte de variação

Fonte de Variação	GL	Mort 4DAA <sup>ns</sup>	Mort 5DAA <sup>ns</sup>
-------------------	----	-------------------------	-------------------------

Poder hidrogeniônico (pH)	2	0.1912	0.1010
Tempo Após Preparo da Calda (APC)	4	0.3987	0.6903
pH x APC	8	0.4849	0.6207
C.V (%)	-	23.55	18.66

<sup>ns</sup> não significativo pelo teste F. Mort 4DAA= Mortalidade 4 dias após a aplicação Mort 5DAA = Mortalidade 5 dias após a aplicação. CV= Coeficiente de Variação. GL = Grau de Liberdade.

Fonte: Autores.

Tabela 2 – Mortalidade de *Chrysodeixis includens* de 2º instar por Thuricide sobre diferentes valores de pH da água e tempo de após o preparo da calda sobre plantas de soja em Pereiras, SP, safra agrícola 2021/2022

Tratamentos		Médias 4DAA*	Ef. Controle	Médias 5DAA*	Ef. Controle
pH	APC				
	<b>Controle</b>	0,17 c	-	0,33 b	
<b>2,00</b>	<b>0</b>	4,67 b	65,85	5,33 a	75
<b>2,00</b>	<b>3</b>	4,67 b	65,85	5,33 a	75
<b>2,00</b>	<b>6</b>	5,83 ab	82,93	6,17 a	87,5
<b>2,00</b>	<b>12</b>	5,67 ab	80,49	6,17 a	87,5
<b>2,00</b>	<b>24</b>	5,33 ab	75,61	6,17 a	87,5
<b>6,00</b>	<b>0</b>	5,33 ab	75,61	6 a	85
<b>6,00</b>	<b>3</b>	6,67 a	95,12	6,83 a	97,5
<b>6,00</b>	<b>6</b>	5,67ab	80,49	6,33 a	90
<b>6,00</b>	<b>12</b>	5,5 ab	78,05	6 a	85
<b>6,00</b>	<b>24</b>	6 ab	85,37	6 a	85
<b>10,00</b>	<b>0</b>	5,17 ab	73,17	6,17 a	87,5
<b>10,00</b>	<b>3</b>	5,5 ab	78,05	6,5 a	92,5
<b>10,00</b>	<b>6</b>	5,33 ab	75,61	6,17 a	87,5
<b>10,00</b>	<b>12</b>	5,5 ab	78,05	6,5 a	92,5
<b>10,00</b>	<b>24</b>	6,33 ab	90,24	6,83 a	97,5
<b>Desvio Padrão</b>		1,24		1,084	
<b>CV (%)</b>		23,81		18,68	

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente (P=0.05, Novo MRT de Duncan). Não significativo pelo teste F.

Fonte: Autores.

## 1.4 DISCUSSÃO

Houve uma variação entre os valores de pH entre os instares, o primeiro instar apresentou o maior valor de pH (10,6) e o sexto instar apresentou o menor (8,0). O pH intestinal apresenta uma grande influência sobre a solubilidade da proteína, que influencia diretamente na eficiência de controle. As proteínas específicas para a ordem Lepidoptera são solúveis em pH acima de 9,5 (KNOWLES, 1994; BRAVO; GILL; SOBERÓN, 2007). Os cristais proteicos produzidos pelo *B. thuringiensis* têm em sua composição uma ou mais delta-endotoxinas em uma forma não ativa. O processo de ativação das protoxinas, ocorre inicialmente com a ingestão dos cristais, que em um primeiro momento consiste na solubilização das protoxinas pelo pH alcalino do intestino médio dos insetos (BORTOLI; JURAT-FUENTES, 2019)

Após a ingestão do bioinseticida, decorre um intervalo de tempo até que ele cause a morte da lagarta, por isso não é esperado que ocorra mortalidade logo no primeiro/segundo dia, além disso, fatores como a espécie/instar da lagarta, a dose, subespécie ou cepa presentes no bioinseticidas influenciam diretamente no modo de ação.

Ou seja, segundo informações citadas acima um controle mais efetivo, teoricamente, deveria ocorrer com lagartas no primeiro e quarto instar, uma vez que, o pH intestinal medido nas populações utilizadas para essas medições, mostram valores de 10,6 e 9,8, respectivamente. Outra hipótese não comprovada a partir deste trabalho, consistia que, tais proteínas ao se solubilizar em pH 9,5 após a ingestão, daria início ao seu processo de ativação enquanto ainda na calda de pulverização, interferindo negativamente no seu desempenho. Porém, esse fato não ocorreu nas demais faixas de pH, sem diferença estatística.

A função do uso de aditivos em formulações é melhorar sua ação, durabilidade, estabilidade e detecção ou para facilitar o processo de produção (QUEIROZ; MARTINS; CUNHA, 2008). De certa forma isso possivelmente explica a consistência dos resultados mesmo que, submetidos a diferentes situações. Além do mais, alguns produtos fitossanitários podem apresentar um efeito tampão nas formulações. O efeito tampão faz com que a solução, independente do pH pré-existente da calda, se ajuste ao pH próximo ao ideal de cada formulação (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013).

Em trabalhos conduzidos com avaliação do tempo letal (TL50) com *Chrysodeixis includens* foram observados três a nove dias para morte, sob diferentes doses de bioinseticida Bt (MORALES *et al.*, 1995). Enquanto, em condições de laboratório, o teste de cinco cepas diferentes de Bt (HD 1, HD4, HD11, HD13 e T07) o (TL50) para uma população de *Plutella xylostella*, mostrou que o TL50 varia de 25,12 a 34,47 horas (DUARTE; BORTOLI; POLANCZYK, 2021). Estudos semelhantes com a aplicação de Bt para *Helicoverpa*

*armigera* mostraram que o TL50 foi de aproximadamente quatro dias para lagartas de 2º a 4º instar (KUSS *et al.*, 2016). Esses dados corroboram com os resultados deste trabalho, visto que número de lagartas mortas aumentou do 4º DAA para o 5º DAA.

O uso de produtos biológicos na agricultura tem crescido em todo o mundo. Entretanto, as informações sobre os aspectos ligados a tecnologia de aplicação desses produtos ainda são escassas. O efeito do pH e do tempo de preparo da calda são informações importantes para a recomendação desses produtos, permitindo que esses possam ser utilizados de maneira correta e apresentem todo o seu potencial no controle de insetos-praga.

## 1.5 CONCLUSÃO

O pH do intestino das lagartas apresenta variações nos seis instares da espécie *Chrysodeixis includens*.

O bioinseticida Bt, Thuricide WP, não tem sua eficácia alterada pelas modificações de pH e de tempo decorrido de até 24h entre o preparo da calda e a sua aplicação.

## REFERÊNCIAS

- BERNARDI, Oderlei *et al.*, Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 × MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**, v. 68, n. 7, p. 1083-1091, Jan. 2012. ISSN 1526-4998. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.3271>. Acesso em: 6 jul. 2022.
- BORTOLI, Caroline Placidi de; JURAT-FUENTES, Juan Luis. Mechanisms of resistance to commercially relevant entomopathogenic bacteria. *Current Opinion in Insect Science*, v. 33, p. 56-62, June 2019. ISSN 2214-5753. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.03.007>. Acesso em: 17 ago. 2022.
- BRAVO, Alejandra; GILL, Sarjeet S.; SOBERÓN, Mario. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. **Toxicon**, v. 49, n. 4, p. 423-435, Mar. 2007. ISSN 0041-0101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2006.11.022>. Acesso em: 16 ago. 2022.
- BUSS, Nayara *et al.* Comparative susceptibility of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Erebididae) and *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) to insecticides. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 52, n. 8, p. 1-6, 2022. ISSN 1678-4596. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210047>. Acesso em: 6 ago. 2022.
- CONTINI, Rafael Ermenegildo *et al.* Characterization of the resistance of *Chrysodeixis includens* to diamides. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 2, p. 288-298, Apr./June 2022. ISSN 1983-2125. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n205rc>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- DUARTE, Rogério Teixeira; BORTOLI, Sergio Antonio de; POLANCZYK, Ricardo Antonio. Eficiência de *Bacillus thuringiensis* no controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e compatibilidade com inseticidas. **Diversitas Journal**, Arapiraca, v. 6, n. 3, p. 2969-2983, ago. 2021. ISSN 2525-5215. DOI: [https://doi.org/10.48017/Diversitas\\_Journal-v6i3-1849](https://doi.org/10.48017/Diversitas_Journal-v6i3-1849). Acesso em: 16 jul. 2022.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja**: Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p. ISSN 2176-2902.
- FEHR, Walter R.; CAVINESS, Charles E. **Stages of soybean development**: Special Report 87. Iowa: Agriculture and Home Economics Experiment Station: Iowa State University of Science and Technology, 1981.
- FERREIRA, Eric Batista; CAVALCANTI, Portya Piscitelli; NOGUEIRA, Denismar Alves. **ExpDes.pt**: Experimental Designs package (Portuguese). R package version 1.1.2. 2013. DOI: <https://doi.org/10.4236/am.2014.519280>. Acesso em: 14 jul. 2022.
- GAZZIERO, Dionisio L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 83-92, jan./mar. 2015. ISSN 0100-8358. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000100010>. Acesso em: 14 jul. 2022.



GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n. 4, p. 487-488, Aug. 1976. ISSN 1938-291X. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/69.4.487>. Acesso em: 18 jun. 2022.

HORIKOSHI, Renato J. *et al.* Lack of relevant cross-resistance to Bt insecticide XenTari in strains of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) resistant to Bt maize. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 161, p. 1-6, Feb. 2019. ISSN 1096-0805. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.12.008>. Acesso em: 12 jun. 2022.

JAKKA, S. R. K.; KNIGHT, V. R.; JURAT-FUENTES, J. L. *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) with field-evolved resistance to Bt maize are susceptible to Bt pesticides. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 122, p. 52-54, Oct. 2014. ISSN 1096-0805. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.08.009>. Acesso em: 19 jun. 2022.

KNOWLES, Barbara H. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal endotoxins. **Advances in Insect Physiology**, San Diego, v. 24, p. 275-308, 1994. ISSN 0065-2806. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2806\(08\)60085-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2806(08)60085-5). Acesso em: 16 jun. 2022.

KUSS, Cassiano Carlos *et al.* Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 527-536, maio 2016. ISSN 0100-204X. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500013>. Acesso em: 23 jun. 2022.

MARQUES, Daniela Barbosa. **Qualidade de água e períodos de armazenamento de calda herbicida para dessecação**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

MARQUES, L. H. *et al.* Efficacy of soybean's event DAS-81419-2 expressing Cry1F and Cry1Ac to manage key tropical lepidopteran pests under field conditions in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 109, n. 4, p. 1922-1928, Aug. 2016. ISSN 1938-291X. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/tow153>. Acesso em: 16 jun. 2022.

MOHD-SALLEH, M. B.; LEWIS, L. C. Toxic effects of spore/crystal ratios of *Bacillus thuringiensis* on European corn borer larvae. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 39, n. 3, p. 290-297, May 1982. ISSN 1096-0805. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-2011\(82\)90052-0](https://doi.org/10.1016/0022-2011(82)90052-0). Acesso em: 17 jun. 2022.

MORALES, Lauro *et al.* Suscetibilidade de *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), a *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 593-598, dez. 1995. ISSN 1981-5328.

MURARO, Dionei S. *et al.* Baseline susceptibility of Brazilian populations of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to *C. includens* nucleopolyhedrovirus and diagnostic concentration for resistance monitoring. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 1, p. 349-354, Feb. 2019. ISSN 1938-291X. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toy361>. Acesso em: 7 ago. 2022.

PANIZZI, Antonio Ricardo; PARRA, José Roberto Postali. **Bioecologia e nutrição de insetos**: bases para o manejo integrado de pragas. Brasília: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, 2009. 1164p.

PERINI, Clerison R. *et al.* Transcriptome analysis of pyrethroid-resistant *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) reveals overexpression of metabolic detoxification genes. **Journal of Economic Entomology**, v. 114, n. 1, p. 274-283, Feb. 2021. ISSN 1938-291X. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toaa233>. Acesso em: 10 jun. 2022.

POLANCZYK, Ricardo Antonio; VAN FRANKENHUYZEN, Kees; PAULI, Giuliano. The american *Bacillus thuringiensis* based biopesticides market. *In*: FIUZA, Lidia Mariana; POLANCZYK, Ricardo Antonio; CRICKMORE, Neil. ***Bacillus thuringiensis and Lysinibacillus sphaericus***. Cham: Springer, 2017. p. 173-184. ISBN 978-3-319-56678-8. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-56678-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-56678-8_11). Acesso em: 19 jun. 2022.

QUEIROZ, Angélica Araujo; MARTINS, Juliana Araújo Santos; CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 8-19, out./dez. 2008. ISSN 1981-3163.

RAMOS, Hamilton Humberto; DURIGAN, Julio Cezar. Efeitos da qualidade da água de pulverização sobre a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 313-324, 1998. ISSN 1678-4499. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051998000200013>. Accessed: Ago. 07, 2022.

SANCHIS, Vincent. From microbial sprays to insect-resistant transgenic plants: history of the biopesticide *Bacillus thuringiensis*: A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, n. 1, p. 217-231, Apr. 2011. ISSN 17740746. DOI: <https://doi.org/10.1051/agro/2010027>. Acesso em: 12 jun. 2022.

SANTOS, Sabrina Raisa dos *et al.* Interseasonal variation of *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) populations in the Brazilian Savanna. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 61, n. 4, p. 294-299, Oct./Dec. 2017. ISSN 1806-9665. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2017.06.006>. Acesso em: 21 jun. 2022.

SORGATTO, Rodrigo J. *et al.* Survival and development of *Spodoptera frugiperda* and *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) on Bt cotton and implications for resistance management strategies in Brazil. **Environmental Entomology**, v. 44, n. 1, p. 186-192, Jan. 2015. ISSN 1938-2936. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvu018>. Acesso em: 21 jun. 2022.

SOUZA, C. S. F. *et al.* Response of field populations and Cry-resistant strains of fall armyworm to Bt maize hybrids and Bt-based bioinsecticides. **Crop Protection**, v. 120, p. 1-6, June 2019. ISSN 0261-2194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.001>. Acesso em: 2 ago. 2022.

SPECHT, Alexandre; PAULA-MORAES, Silvana Vieira de; SOSA-GÓMEZ, Daniel Ricardo. Host plants of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 59, n. 4, p. 343-345, 2015. ISSN 1806-9665. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2015.09.002>. Acesso em: 17 jul. 2022.

STACKE, Regis F. *et al.* Inheritance of lambda-cyhalothrin resistance, fitness costs and cross-resistance to other pyrethroids in soybean looper, *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Crop Protection**, v. 131, p. 105096, May 2020. ISSN 0261-2194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105096>. Acesso em: 10 jun. 2022.

STACKE, Regis F. *et al.* Susceptibility of Brazilian populations of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 3, p. 1378-1387, June 2019. ISSN 1938-291X. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toz031>. Acesso em: 16 jul. 2022.

#### 4 DISCUSSÃO GERAL

A partir da população utilizada para medição do pH intestinal das lagartas em seus diferentes instares, constatou-se que há diferença de valores de pH. Em lagartas do primeiro instar, constatou-se valores médios de 10,6, seguidos de 9,0 para o segundo instar, 9,3 para o terceiro instar, 9,8 para o quarto instar. Observa-se redução nos valores mais de pH para os instares cinco e seis, com médias de 8,4 e 8,0, respectivamente. Esses dados podem servir de indicativo para a tomada de decisão quanto ao melhor momento de aplicação de um bioinseticida Bt.

Quanto aos parâmetros avaliados, pH da água e tempo após o preparo da calda, não se observou diferença significativa na mortalidade aos 4 DAA e 5 DAA. Essa diferença não significativa é constatada também quando analisados de forma a interagir entre eles, ou seja, pH (2, 6 e 10) versus tempo de preparo da calda (0, 3, 6, 12 e 24).

Em termos de mortalidade das lagartas aos quatro dias após a aplicação, observou-se diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento pH=6,0 e APC=3 diferiu significativamente do controle e dos tratamentos com pH=2,0 e APC=0; e pH=2,0 e APC=3 (6,67; 0,17; 4,67 e 4,67 de média de lagartas mortas, respectivamente). Por sua vez, aos cinco dias após a aplicação, observa-se uma diferença significativa apenas em relação ao tratamento testemunha.

Desta forma, a partir dos resultados obtidos neste trabalho nota-se que os fatores estudados agem de forma independente. Apesar de bioinseticidas Bt terem sua eficácia alterada por condições adversas de pH, não foi possível constatar quaisquer alterações devido a esse fator, mesmo que, submetidos a longos períodos de exposição.

Entretanto, considerando interações implícitas como a própria formulação do bioinseticida que pode conter agentes tamponadores e ou, aditivos protetores, podem estar interferindo no sentido de estabilizar a calda de pulverização, justamente para atenuar possível efeitos indesejáveis no controle do alvo.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS. Brasília: Agrofit Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários, 2003. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 06 nov. 2020.
- AL HEIDARY, M. *et al.* Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. **Crop Protection**, v. 63, p. 120-130, Sep. 2014.
- ALMEIDA, Anderson Martinelli. **Eficiência de inseticidas no controle de Falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (WALKER, [1858]) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), na cultura da soja, em Paragominas-PA.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Amazônia, Paragominas, 2017.
- ALMEIDA, Dieimisson Paulo *et al.* Redução do volume de aplicação na dessecação de *Urochloa ruziziensis*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO, 6., 2013, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2013. p 1- 4.
- ALMEIDA, Dieimisson Paulo *et al.* Droplets size categories and application volumes in burndown of plant covers. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 1, p. 73-82, 2015.
- ARNÒ, Judit; GABARRA, Rosa. Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). **Journal of Pest Science**, v. 84, p. 513-520, Sep. 2011.
- ÁVILA, Crébio José; CAVALHEIRO, Bruna Mandryk; SILVA, Ivana Fernandes. Eficiência de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 5., 2019, Curitiba. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, 2019.
- AZEVEDO, L. A. S. Formulações de fungicidas e misturas em tanque. In: MACHADO, A. K. F. M. *et al.* (org.). **Avanços na otimização do uso de defensivos agrícolas no manejo fitossanitário**. 1. ed. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012. 302 p.
- BALAN, Marcelo Gonçalves *et al.* Diagnóstico e proposta de descrição metodológica para artigos técnico-científicos que tratam da avaliação de aplicações de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 126-138, 2012.
- BARRIONUEVO, M. José *et al.* Life table studies of *Rachiplusia nu* (Guenée) and *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) on artificial diet. **Florida Entomologist**, v. 95, n. 4, p. 944-951, Dec. 2012.
- BATISTA-FILHO, Antonio; ALMEIDA, José E. M.; LAMAS, Clóvi. Effect of thiamethoxam on entomopathogenic microorganisms. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 437-447, Sept. 2001.

BEERS, Elizabeth H.; HORTON, David R.; MILICZKY, Eugene. Pesticides used against *Cydia pomonella* disrupt biological control of secondary pests of apple. **Biological control**, v. 102, p. 35-43, Nov. 2016.

BENAMÚ, M. A.; SCHNEIDER, M. I.; SÁNCHEZ, N. E. Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. **Chemosphere** v. 78, n. 7, p. 871-876, Feb. 2010.

BOK, Song H. *et al.* **Process for preparing coated microbial pesticides and pesticides produces there from**. Depositante: Korea Research Institute of Chemical Technology. US 5273749. Depósito: 19 fev. 1992. Concessão: 28 dez. 1993. Disponível em: <https://www.freepatentsonline.com/5273749.html>. Acesso em: 4 abr. 2022.

BONMATIN, J. M. *et al.* Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 1, p. 35-67, Jan. 2015.

BOTÍAS, Cristina *et al.* Neonicotinoid Residues in Wildflowers, a Potential Route of Chronic Exposure for Bees. **Environmental Science & Technology**, v. 49, n. 21, p. 12731-12740, Oct. 2015.

BRAND, Richard J. *et al.* Viable spore count as an index of effective dose of *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 27, n. 2, p. 141-148, Mar. 1976.

BRUCELLI, Ivan *et al.* **Alta população de lagarta falsa medideira em milho**. Pelotas: Revista Cultivar, 2020. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/alta-populacao-de-lagarta-falsa-medideira-em-milho>. Acesso em: 07 nov. 2020.

BUENO, Adeney de Freitas *et al.* Inimigos naturais das pragas da soja. *In*: HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz; CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; MOSCARDI, Flavio. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 493-630.

CANTWELL, G. E.; FRANKLIN, B. A. Inactivation by irradiation of spores of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 8, n. 2, p. 256-258, June 1966.

CLAUDINO, Vander Célio de Matos. **Plusiíneos (lepidoptera: noctuidae: plusiinae) ocorrentes em Planaltina-DF**: identificação, épocas de ocorrência e plantas hospedeiras. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília, Planaltina, 2014.

COMBELLACK, J. H. The problems involved in improving spraying efficiency. **Australian Weeds**, Victoria, v. 1, p. 13-19, 1981.

CONTE, Osmar *et al.* **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2015/16 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 59 p.

CRICKMORE, Neil. *Bacillus thuringiensis* Toxin Classification. *In*: FIUZA, Lidia Mariana; POLANCZYK, Ricardo Antonio; CRICKMORE, Neil. ***Bacillus thuringiensis* and**

*Lysinibacillus sphaericus*: Characterization and use in the field of biocontrol. Berlin: Springer International Publishing, 2017. p. 41-52.

DIVELY, Galen P.; KAMEL, Alaa. Insecticide Residues in Pollen and Nectar of a Cucurbit Crop and Their Potential Exposure to Pollinators. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 18, p. 4449-4456, Mar. 2012.

FERREIRA, Marcelo da Costa; MATUO, T.; BARBOSA, J. C. Validação de modelo matemático para simulação da capacidade operacional de turbo-atomizadores em citros. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 99-110, 1999.

FOGEL, Marilina Noelia. **Selectividad de insecticidas utilizados en cultivos hortícolas del Cinturón Hortícola Platense sobre el depredador Eriopis connexa en el marco del Manejo Integrado de Plagas**. Tese (Doutorado em Ciências Exatas) – Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 2012.

FRYE, R. D. *et al.* Effect of weather on a microbial insecticide. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 22, n. 1, p. 50-54, July 1973.

FUJIHARA, Ricardo Toshio *et al.* **Insetos de importância econômica**: Guia ilustrado para identificação de famílias. 1. ed. Botucatu: Fepaf, 2011. 391 p.

GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 83-92, jan./mar. 2015.

GAZZONI, Decio Luiz; DALL'AGNOL, Amelio. **A saga da soja**: de 1050 a.C. a 2050 d.C. Brasília: Embrapa, 2018. 199 p.

GLARE, Travis *et al.* Have biopesticides come of age? **Trends in Biotechnology**, v. 30, n. 5, p. 250-258, May 2012.

GOATER, B.; RONKAY, Laszlo; FIBIGER, M. **Noctuidae Europaeae - Catocalinae & Plusiinae**. Sorø: Entomological Press, 2003. 452 p.

GRECCO, E. D.; POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D. Seleção e caracterização molecular de *Bacillus thuringiensis* Berliner com atividade tóxica para *Trichoplusia ni* Huebner (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 4, p. 685-692, out./dez. 2010.

GRIGOLLI, José Fernando Jurca. Pragas da soja e seu controle. *In*: MELOTTO, Alex Marcel *et al.* **Tecnologia e produção**: Safra 2015/2016. Curitiba: Midiograf, 2016. p. 134-156.

GUEDES, Jerson Vanderlei Carús *et al.* Nova dinâmica de lagartas na soja. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 139, p. 24-26, 2010.

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

HILL, Matthew P.; MACFADYEN, Sarina; NASH, Michael A. Broad spectrum pesticide application alters natural enemy communities and may facilitate secondary pest outbreaks. **PeerJ**, v. 5, p. e4179, Dec. 2017.

HLADIK, Michelle L.; VANDEVER, Mark; SMALLING, Kelly L. Exposure of native bees foraging in an agricultural landscape to current-use pesticides. **Science of The Total Environment**, v. 542, p. 469-477, Jan. 2016.

HORIKOSHI, Renato J. *et al.* Lack of relevant cross-resistance to Bt insecticide XenTari in strains of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) resistant to Bt maize. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 161, p. 1-6, Feb. 2019.

JAKKA, S. R. K.; KNIGHT, V. R.; JURAT-FUENTES, J. L. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) with field-evolved resistance to Bt maize are susceptible to Bt pesticides. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 122, p. 52-54, Oct. 2014.

JULIATTI, Fernando Cezar; NASCIMENTO, Cleyton; REZENDE, Anakely Alves. Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 216-221, set. 2010.

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

MARSARO JÚNIOR., Alberto Luiz *et al.* Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no Estado de Roraima. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 2010.

MARTINS, Gustavo Luís Mamoré; TOMQUELSKI, Germison Vital. 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.

MATUO, Tomomassa. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139 p.

MCCRACKEN, Alan. **Mais eficiência, menor volume**. Pelotas: Revista Cultivar, 2015. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/mais-eficiencia-menor-volume>. Acesso em: 4 abr. 2022.

MCGUIRE, Michael R. *et al.* Starch- and flour-based sprayable formulations: Effect on rainfastness and solar stability of *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Economic Entomology**, v. 89, n. 4, p. 863-869, Aug. 1996.

MOHD-SALLEH, M. B.; LEWIS, L. C. Toxic effects of spore/crystal ratios of *Bacillus thuringiensis* on European corn borer larvae. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 39, n. 3, p. 290-297, May 1982.

MOSCARDI, Flavio *et al.* Artrópodes que atacam as folhas de soja. *In*: HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz; CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; MOSCARDI, Flavio. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 213-334.



NASCIMENTO, Joacir do; POLANCZYK, Ricardo Antonio. Persistência de bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* em campo. In: COSTA, Lilian Lucia; POLANCZYK, Ricardo Antonio. **Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias**. Jaboticabal: Funep, 2019. p. 103-118.

PALMA, Leopoldo *et al.* *Bacillus thuringiensis* toxins: An overview of their biocidal activity. **Toxins**, v. 6, n. 12, p. 3296-3325, Dec. 2014.

PALMA, Janine *et al.* Molecular Variability and Genetic Structure of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae), an Important Soybean Defoliator in Brazil. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 1, n. 3, p. e0121260, Mar. 2015.

PARRA, José Roberto Postali. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 71, n. 5, p. 420-429, Oct. 2014.

PEREIRA, M. F. A. *et al.* Eficiência de inseticidas e volumes de calda, no manejo de *Spodoptera eridania*, na cultura da soja. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2012.

PEREIRA, R. R. *et al.* Natural biological control of *Chrysodeixis includens*. **Bulletin of Entomological Research**, v. 118, n. 6, p. 31-842, Dec. 2018.

PERINI, Clerison R. *et al.* Challenges in chemical management of soybean looper (*Chrysodeixis includens*) using several insecticides. **Australian Journal on Crop Science**, v. 13, n. 10, p. 1723-1730, 2019.

PERINI, Clérison R. *et al.* **Controle químico da lagarta falsa medideira**. Pelotas: Revista Cultivar, 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/control-quimico-da-lagarta-falsa-medideira>. Acesso em: 07 nov. 2020.

PINNOCK, Dudley E.; BRAND, Richard J.; MILSTEAD, James E. The field persistence of *Bacillus thuringiensis* spores. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 18, n. 3, p. 405-411, Nov. 1971.

PINNOCK, Dudley E. *et al.* Effect of tree species on the coverage and field persistence of *Bacillus thuringiensis* spores. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 25, n. 2, p. 209-214, Mar. 1975.

PINNOCK, Dudley E. *et al.* The Field Persistence of *Bacillus thuringiensis* Spores on *Cercis occidentalis* Leaves. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 23, n. 3, p. 341-346, May 1974.

POLANCZYK, Ricardo Antonio; VAN FRANKENUYZEN, Kees; PAULI, Giuliano. The American *Bacillus thuringiensis* based biopesticides market. In: FIUZA, Lidia Mariana; POLANCZYK, Ricardo Antonio; CRICKMORE, Neil. ***Bacillus thuringiensis* and *Lysinibacillus sphaericus***: Characterization and use in the field of biocontrol. Berlim: Springer International Publishing, 2017. p. 173-184.

POOLE, Robert W. Noctuidae. In: HEPPNER, John B. **Lepidopterorum Catalogus (New Series)**. Gainesville: Scientific Publishers, 1989. 1314 p.

QUEIROZ, Angélica Araujo; MARTINS, Juliana Araújo Santos; CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 8-19, out./dez. 2008.

RAO, Tejas; JURAT-FUENTES, Juan Luis. Advances in the use of entomopathogenic bacteria/microbial control agents (MCAs) as biopesticides in suppressing crop insect pests. *In*: BIRCH, Nick; GLARE, Travis (org.) **Biopesticides for sustainable agriculture**. 1. ed. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing, 2020. p. 1-37.

RAYMOND, Ben; FEDERICI, Brian A. In defense of *Bacillus thuringiensis*, the safest and most successful microbial insecticide available to humanity-a response to EFSA. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 94, n. 7, p. 1-8, July 2017.

RIBEIRO, Leandro do Prado *et al.* In vitro compatibility of an acetogenin-based bioinsecticide with three species of entomopathogenic fungi. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p. 1395-1403, Dec. 2014.

RODRÍGUEZ, Ana Priscila García *et al.* Bio-insecticide *Bacillus thuringiensis* spores encapsulated with amaranth derivatized starches: Studies on the propagation “in vitro”. **Bioprocess and Biosystems Engineering**, v. 38, n. 2, p. 329-339, Feb. 2015.

SANAHUJA, Georgina *et al.* *Bacillus thuringiensis*: A century of research, development and commercial applications. **Plant Biotechnology Journal**, v. 9, n. 3, p. 283-300, Apr. 2011.

SANCHIS, Vincent. From microbial sprays to insect-resistant transgenic plants: history of the biopesticide *Bacillus thuringiensis*. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, p. 217-231, Apr. 2011.

SANTOS, Sabrina Raisal dos *et al.* Interseasonal variation of *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) populations in the Brazilian Savanna. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 61, n. 4, p. 294-299, Oct./Dec. 2017.

SCHNEIDER, M. I. *et al.* Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) Ecological Approach. **Chemosphere**, v. 76, n. 10, p. 1451-1455, Sep. 2009.

SCHUMACHER, Verona; POEHLING, Hans-Michael. In vitro effect of pesticides on the germination, vegetative growth, and conidial production of two strains of *Metarhizium anisopliae*. **Fungal Biology**, v. 116, n. 1, p. 121-132, Jan. 2012.

SILVA, Kleber Batista da. **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)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

SOSA-GÓMEZ, Daniel Ricardo *et al.* **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 90 p.

- SOSA-GÓMEZ, Daniel Ricardo *et al.* The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 287-291, June 2003.
- SOUZA, C. S. F. *et al.* Response of field populations and Cry-resistant strains of fall armyworm to Bt maize hybrids and Bt-based bioinsecticides. **Crop Protection**, v. 120, p. 1-6, June 2019.
- SOUZA, R. T.; PALLADINI, Luiz Antonio. **Sistema de produção de uva de mesa no norte do Paraná**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2005.
- SPECHT, Alexandre; PAULA-MORAES, Silvana Vieira de; SOSA-GÓMEZ, Daniel Ricardo. Host plants of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 59, p. 343-345, Oct./Dec. 2015.
- SPROGER, R.; SOSA-GÓMEZ, Daniel Ricardo. Suscetibilidade de *Chrysodeixis includens* aos inseticidas flubendiamida e clorantraniliprole. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 11., 2016, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 63-67.
- STACKE, Regis F. *et al.* Inheritance of lambda-cyhalothrin resistance, fitness costs and cross-resistance to other pyrethroids in soybean looper, *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Crop Protection**, v. 131, p. 105096, May 2020.
- STACKE, Regis F. *et al.* Susceptibility of Brazilian populations of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 3, p. 1378-1387, June 2019.
- THIESEN, Leonardo Vinicius *et al.* Monitoramento da suscetibilidade de *Chrysodeixis includens* a tefluzenol em Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 5., 2019, Curitiba. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, 2019.
- TIMOSSI, P. C. *et al.* Redução do volume de calda na dessecação de vegetação espontânea para plantio direto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO, 6., 2013, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2013. p 1- 4.
- VEMMER, Marina; PATEL, Anant V. Review of encapsulation methods suitable for microbial biological control agents. **Biological Control**, v. 67, n. 3, p. 380-389, Dec. 2013.
- VIEIRA, E. C. S. *et al.* Control of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner: 1818) (Lepidoptera: Erebididae) and *Chrysodeixis includens* (Walker: 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) through insecticides applied to soybean seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 18, p. 88-97, 2019.
- YANG, Wenhui *et al.* pH-Controlled *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac Protoxin Loading and Release from Polyelectrolyte Microcapsules. **PLoS ONE**, v. 7, n. 9, p. 1-7, Sep. 2012.
- ZHANG, Xuyang; LUO, Yuzhou; GOH, Kean S. Modeling spray drift and runoff-related inputs of pesticides to receiving water. **Environmental Pollution**, v. 234, p. 48-58, Mar.

2018.

ZULIN, Daniele; ÁVILA, Crébio J.; SCHLICK-SOUZA, Eunice C. Population fluctuation and vertical distribution of the soybean looper (*Chrysodeixis includens*) in soybean culture. **American Journal of Plant Sciences**, v. 9, n. 7, p. 1544-1556, June 2018.

## APÊNDICE A

Análise de variância para a variável mortalidade, com potencial hidrogeniônico (pH) e tempo após preparo da calda (APC) como fonte de variação.

Fonte de Variação	GL	Mort 4DAA <sup>ns</sup>	Mort 5DAA <sup>ns</sup>
Poder hidrogeniônico (pH)	2	0.1912	0.1010
Tempo Após Preparo da Calda (APC)	4	0.3987	0.6903
pH x APC	8	0.4849	0.6207
C.V (%)	-	23.55	18.66

<sup>ns</sup> não significativo pelo teste F. Mort 4DAA= Mortalidade 4 dias após a aplicação Mort 5DAA = Mortalidade 5 dias após a aplicação. CV= Coeficiente de Variação. GL = Grau de Liberdade.