

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS JABOTICABAL**

**TOXICIDADE DE BIOINSETICIDAS A BASE DE *Bacillus thuringiensis*
(BERLINER) EM *Agrotis ipsilon* (HUFNAGEL, 1766) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

TAINAH INOUE CARDOSO

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli
Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Polanczyk

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de
Jaboticabal, para graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

Jaboticabal - SP
2º Semestre/2023

C268t

Cardoso, Tainah Inoue

Toxicidade de bioinseticidas a base de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) em *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae) / Tainah Inoue Cardoso. --
Jaboticabal, 2023

36 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal

Orientador: Sérgio Antônio De Bortoli

Coorientador: Ricardo Antonio Polanczy

1. Agentes biológicos no controle de pragas. 2. Sustentabilidade. 3. Inseticidas biológicos. 4. *Bacillus thuringiensis*. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DEPARTAMENTO: Ciências da Produção Agrícola

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Efeito de bioinseticidas a base de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) em *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae).

ACADÊMICO: Tainah Inoue Cardoso

CURSO: Engenharia Agrônômica

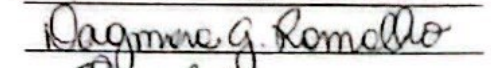
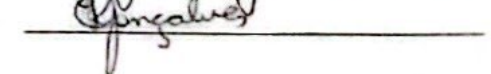
ORIENTADOR (ES): Sergio Antonio De Bortoli
Ricardo Antônio Polanczyk

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

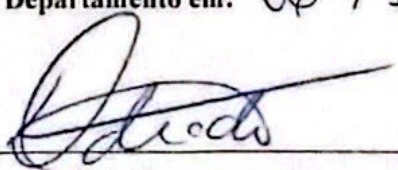
	(Nomes)
Presidente	Sergio Antonio De Bortoli
Membro	Dagmara Gomes Ramalho
Membro	Kelly Cristina Gonçalves

(Assinaturas)

Jaboticabal 23, 10, 2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 06 / 11 / 2023 "Ad referendum"


Chefe do Departamento
Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade
Chefe do Depto. de Ciências da Produção Agrícola
FCAV/UNESP

A minha amada família, que é o maior pilar para a busca e conquista dos meus sonhos. As palavras não podem expressar o quão grata sou por vocês.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Richard e Elaine, e meus amados irmãos, João e Bia, que sempre me apoiaram em tudo, que compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste sonho e que mesmo distantes foram minhas fortalezas para encarar os desafios no caminho.

A República Dama de Copos, por ter me acolhido em Jaboticabal e se tornado a minha segunda família, fazendo tudo ser sempre mais leve. Especialmente as minhas irmãs de coração, as companheiras da 019, agradeço por cada história que fizemos juntas ao longo destes anos.

Aos meus queridos amigos, tanto aos de longa data quanto aos que fiz durante esta jornada, obrigada pelo companheirismo de sempre, foi um prazer poder crescer e amadurecer com vocês.

Aos professores Sergio Antonio De Bortoli e Ricardo Antonio Polanczy, por terem sido meus orientadores neste trabalho e desempenhado tal função com paciência e dedicação.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada!

SUMÁRIO

1. Resumo	ix
2. Summary	x
3. Introdução	11
4. Revisão de literatura	13
4.1. Aspectos morfológicos e biológicos de <i>Agrotis ipsilon</i>	13
4.2. Danos e plantas hospedeiras de <i>Agrotis ipsilon</i>	15
4.3. Controle de <i>Agrotis ipsilon</i>	18
4.3.1. Químico.....	18
4.3.2. Controle biológico	19
5. Material e métodos	25
6. Resultados e discussão	28
7. Conclusão.....	32
8. Referências bibliográficas	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estirpes, sorotipos, taxa de mortalidade e proteínas Cry das estirpes de Bt selecionadas para <i>Agrotis ipsilon</i> (Menezes et al., 2010).....	23
Tabela 2 – Bioinseticidas à base de <i>Bacillus thuringiensis</i> utilizados nos testes de mortalidade de <i>Agrotis ipsilon</i>	27
Tabela 3 – Mortalidade acumulada média (%) de bioinseticidas à base de <i>Bacillus thuringiensis</i> em lagartas de segundo ínstar de <i>Agrotis ipsilon</i>	28
Tabela 4 – Tempo letal médio (TL ₅₀) (dias) de bioinseticidas à base de <i>Bacillus thuringiensis</i> em lagartas de segundo ínstar de <i>Agrotis ipsilon</i>	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lagarta-rosca (<i>Agrotis ipsilon</i>).....	15
Figura 2 – Lagarta-rosca em sua típica posição enrolada ao lado de dano causado na base de uma planta de milho.....	17
Figura 3 – Potes de acrílico cristal transparentes utilizados no bioensaio.....	26

1. RESUMO

Agrotis ipsilon é uma praga bastante prejudicial no início do ciclo de desenvolvimento de muitas culturas de importância econômica em todo o mundo. Grande obstáculo para o controle desta praga é seu hábito noturno e sua íntima relação com o solo e restos culturais. Devido à essas características devem ser estudadas estratégias de controle que auxiliem na elaboração de um programa de manejo que, além de eficiente, seja de maior sustentabilidade do que o químico que é rotineiramente utilizado. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de diferentes formulações à base do entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* (Bt), como alternativa no combate à *A. ipsilon*. Foram testados quatro bioinseticidas comerciais à base de Bt (Agree®, DiPel®, Thuricide® e XenTari®), cada um representando um tratamento com 5 repetições, e aplicados em lagartas de segundo ínstar de *A. ipsilon* produzidas em laboratório e em dieta artificial. A mortalidade foi avaliada durante cinco dias após a aplicação dos produtos, com os dados submetidos a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$), analisando-se a mortalidade acumulada e o tempo letal médio (TL₅₀). Verificou-se porcentagem de mortalidade de 100% para Agree®, DiPel® e XenTari®, enquanto para Thuricide® foi de 75%. DiPel® e XenTari® foram os mais eficientes, evidenciado pelos menores valores de TL₅₀ (2,58 e 2,68 dias, respectivamente), sugerindo que ambos os bioinseticidas podem ser boas escolhas para o uso manejo deste inseto-praga.

Palavras-chave: lagarta-rosca, controle microbiano, bioinseticidas, sustentabilidade, seletividade.

2. SUMMARY

Agrotis ipsilon is a very harmful pest at the beginning of the development cycle of many economically important crops around the world. A major obstacle to controlling this pest is its nocturnal habit and its intimate relationship with the soil and cultural remains. Due to these characteristics, control strategies must be studied to help develop a management program that, in addition to being efficient, is more sustainable than the chemicals that are routinely used. In this sense, the objective of this work was to evaluate the toxicity of different formulations based on the entomopathogen *Bacillus thuringiensis* (Bt), as an alternative to combat *A. ipsilon*. Four commercial bioinsecticides based on Bt were tested (Agree®, DiPel®, Thuricide® and XenTari®), each representing a treatment with 5 replications, and applied to second instar caterpillars of *A. ipsilon* produced in the laboratory and on an artificial diet. Mortality was evaluated for five days after application of the products, with the data subjected to analysis of variance, with the means compared using the Tukey test ($\alpha = 0.05$), analyzing the accumulated mortality and the average lethal time (TL₅₀). A mortality rate of 100% was found for Agree®, DiPel® and XenTari®, while for Thuricide® it was 75%. DiPel® and XenTari® were the most efficient, evidenced by the lowest TL₅₀ values (2.58 and 2.68 days, respectively), suggesting that both bioinsecticides can be good choices for the management of this insect pest.

Keywords: Cutworm, microbial control, bioinsecticides, sustainability, selectivity.

3. INTRODUÇÃO

Agrotis ipsilon (Hufnagel, 1776) (Lepidoptera: Noctuidae) é um inseto-praga prejudicial a espécies vegetais de pelo menos 15 famílias diferentes (Poaceae, Malvaceae, Brassicaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae, Theaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cucurbitaceae, Rutaceae, Rosaceae, Apiaceae, Fabaceae, Lamiaceae), que abrangem diversas culturas de relevância econômica, como feijão, soja, milho, arroz, café, algodão, trigo, tomate, batata-doce, entre outras (Joshi et al., 2020; Rodingpuia e Lalthanzara, 2021). A presença desta praga em campo traz sérios prejuízos, sendo que, em uma lavoura de milho, por exemplo, pode reduzir o rendimento em até 7%, o que significa uma perda de cerca de R\$421,30 por hectare plantado ((Souza, 2020).

Popularmente conhecida como “lagarta-rosca”, devido ao fato de ficar na posição enrolada quando está em repouso ou quando são tocadas, sendo considerada de difícil controle devido ao seu hábito noturno, pois dificulta a visualização no campo e consequente avaliação de infestação e controle (Bento et al., 2007; Queiroz et al., 2021). Ainda são escassos trabalhos que relatem produtos eficientes para o controle de *A. ipsilon* em campo, entretanto, de maneira geral, é realizada a aplicação de inseticidas químicos no início da infestação (Kaiser, 2016). Atualmente no Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA regulamenta o uso de inseticidas dos grupos: organofosforados, piretroides, metilcarbamatos e tiocarbamatos para determinadas culturas, todos pertencentes a classe toxicológica II – altamente tóxicos (Agrofit, 2023). Uma das grandes complicações no uso de agrotóxicos está relacionada a aplicação incorreta e utilização de produtos não específicos

e registrados para a praga-alvo, acarretando prejuízos significativos, tanto para o meio ambiente quanto para o ser humano. Além disso, o uso incorreto inclui aplicações repetidas de ingredientes ativos com o mesmo modo de ação, onde normalmente não é alcançando o nível de controle desejado, ocorrendo indivíduos que sobrevivem a essas aplicações o que leva a seleção de espécimes resistentes que podem rapidamente formar uma população resistente da espécie trabalhada (Garrido e Botton, 2021).

Por essas razões, é necessário o desenvolvimento de estratégias sustentáveis que possam ser suportadas por programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), estando entre elas a utilização de agentes de controle biológico, como os bioinseticidas, uma vez que eles são “ferramentas” de controle seletivas e específicas, com reduzido impacto ao meio ambiente e lenta evolução da resistência (Sala et al., 2019). Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a eficiência de alguns produtos comerciais a base de *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1911) (Bacilales: Bacillaceae) para lagartas de *A. ipsilon*.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Aspectos morfológicos e biológicos de *Agrotis ipsilon*

O inseto adulto de *A. ipsilon* é uma mariposa com cerca de 40 mm de envergadura e de coloração marrom-escura, apresentando manchas triangulares pretas próximas à margem do primeiro par de asas, com coloração esbranquiçada e bordos escuros no segundo par (Figura 1-A) (Michereff Filho et al., 2019).

Os ovos são colocados durante toda a fase adulta, que tem duração de aproximadamente 12 dias, sendo que 80% do total dos ovos é depositado até o oitavo dia de vida da fêmea, que tem grande capacidade de oviposição, podendo colocar mais de 1000 ovos, normalmente em grupos de 4 a 15 ovos por vez (Bento et al., 2007). Os ovos são esféricos e medem entre 1 e 2 mm de diâmetro, possuindo coloração amarelada no início do desenvolvimento embrionário, tornando-se mais escuros à medida que o embrião se desenvolve (Figura 1-B), podendo ser depositados na parte inferior das folhas ou no solo próximo a planta hospedeira (Minas et al., 2013; Michereff Filho et al., 2019; Souza, 2020).

As lagartas são robustas, de coloração variável (cinza-escura a marrom-escura), com a cápsula cefálica lisa e escura, apresentando uma marca em forma de “V” invertido na parte frontal (sutura epicranial) (Figura 1-C), podendo chegar a medir até 45 mm no seu máximo desenvolvimento (Michereff Filho et al., 2019). No período larval o inseto passa por seis ínstares, com os primeiros alimentando-se de folhas próximas ao solo, sendo que nos últimos as lagartas cortam as plantas logo abaixo ou ao nível do solo (Bento et al., 2007).

Quando as lagartas se sentem ameaçadas ou quando estão em repouso, enrolam o corpo e ficam por algum tempo imóveis, sendo este o motivo de seu nome popular “lagarta-rosca”. O comportamento e a voracidade das lagartas dificultam o seu controle, pois além de polífaga e cosmopolita, possui hábito noturno, o que dificulta sua visualização no campo. Normalmente durante o dia são encontradas na base das plantas, a alguns centímetros de profundidade no solo, ou ainda protegida sob torrões e restos vegetais, na posição enrolada (Souza, 2020).

As pupas, do tipo obtecta, apresentam cerca de 25 mm de comprimento, coloração marrom-avermelhada brilhante (Figura 1-D) e são formadas no solo a uma profundidade de 3 a 7 cm, com essa variação dependente do tipo do solo, teor de umidade e temperatura. Além disso, estudos demonstraram peso médio maior para pupas que originaram fêmeas em relação a de machos (Bento et al., 2007; Kaiser, 2016; Michereff Filho et al., 2019).

Como todo inseto da ordem Lepidoptera, *A. ipsilon* se desenvolve por holometabolia, ou seja, possui em seu ciclo de desenvolvimento os estágios de ovo, larva, pupa e adulto. Todo o período de desenvolvimento se dá em cerca de 41 dias, tendo a fase de ovo a duração média de 4 dias, a de lagarta entre 14 e 22 dias e a de pupa de 7 a 10 dias (Kriti et al., 2014). Apesar da importância desse inseto-praga, estudos sobre sua biologia são relativamente escassos, particularmente em virtude de sua criação em dietas naturais e artificiais ser relativamente difícil (Bento et al., 2007).

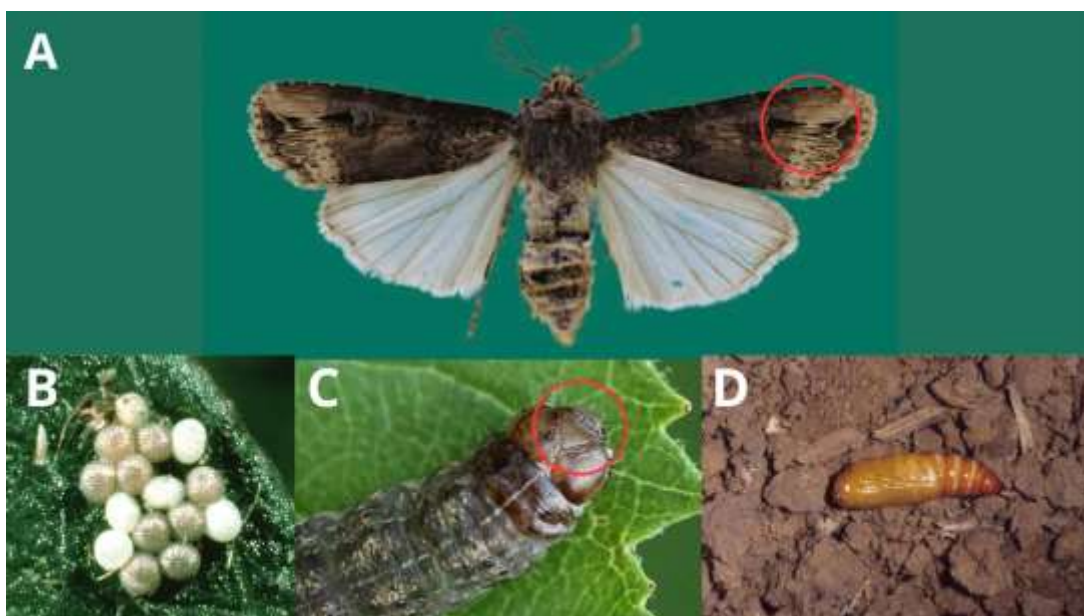


Figura 1 – Lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*). A – Mariposa, com destaque para as manchas triangulares no primeiro par de asas; B – Ovos; C – Lagarta com destaque para a marca em forma de “V” invertido na cabeça (sutura epicranial); D – Pupa

Fonte: Ponomarev (2014); Cabi (2019); Michereff Filho et al. (2019).

4.2. Danos e plantas hospedeiras de *Agrotis ipsilon*

A lagarta-rosca é polífaga e se alimenta de mais de 100 espécies vegetais, de pelo menos 15 famílias diferentes, sendo elas Poaceae, Malvaceae, Brassicaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae, Theaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cucurbitaceae, Rutaceae, Rosaceae, Apiaceae, Fabaceae, Lamiaceae. Muitas abrangem culturas de grande relevância econômica, destacando-se feijão, soja, milho, arroz, algodão, trigo, tomate, café, batata-doce, cebola, rúcula, pimentão e chuchu (Joshi et al., 2020; Rodingpuia e Lalthanzara, 2021). Em geral, é uma praga de ocorrência comum em lavouras, particularmente em Sistema de Plantio Direto, pois nesse sistema o solo não é revolvido, sendo também mantido com cobertura permanente com diversas culturas hospedeiras em sucessão, mantendo desta forma pupas e adultos da

praga protegidos, além de proporcionar boas condições bióticas e abióticas para o desenvolvimento das lagartas (Menezes et al., 2010).

Na fase larval, o inseto acumula o máximo de nutrientes em curto período, conseguindo assim reservas para prosseguir para as próximas fases de seu desenvolvimento, especialmente o período pupal. Portanto, nesta fase a lagarta se alimenta vorazmente, o que repercute nos danos ocasionados nas culturas atacadas (Souza, 2020). Como já relatado, durante o dia as lagartas se abrigam na base da planta ou ficam protegidas sob restos de vegetação e/ou torrões, e a noite saem para se alimentar, quando atacam plantas ao nível do solo, podendo, inclusive, seccioná-las na base (Figura 2), sendo que em apenas uma noite uma lagarta pode cortar diversas plantas, causando grande perda à cultura (Joshi et al., 2020).



Figura 2 – Lagarta-rosca em sua típica posição enrolada ao lado de dano causado na base de uma planta de milho.

Fonte: Huntsbarger (2018).

As injúrias causadas por *A. ipsilon* são severas, uma vez que os ataques ocorrem na fase jovem das plantas, um dos estágios mais vulneráveis para qualquer cultura. Além disso, as lagartas tendem a não consumir a planta inteira, normalmente atacando diversas plântulas em sequência, ao longo de grandes áreas de cultivo, o que provoca redução bastante significativa no “stand” da cultura, sendo, por vezes, necessário o replantio dessas áreas (Souza, 2020).

Os danos variam de acordo com o desenvolvimento da planta e da lagarta, com as lagartas menores, além de cortarem as plantas rente à superfície do solo, podendo também alcançarem a parte aérea das plantas promovendo “raspagem” do tecido de folhas jovens, provocando pequenos orifícios em sua extensão que, por vezes coalescem formando grandes áreas de desfolhamento.

As lagartas maiores, tendem a seccionar as plântulas rente ao solo na região do colo, o que favorece a ocorrência do tombamento. Logo, ocorrem danos mais significativos quando a população for elevada e com as lagartas nos ínstares de desenvolvimento mais avançados, de forma que as plantas atacadas tendem a se tornar totalmente improdutivas. Assim, de acordo com a intensidade de infestação, o rendimento de uma lavoura de milho, por exemplo, pode sofrer redução de até 7%, o que significa um prejuízo de cerca de R\$421,30 por hectare plantado, bem como prejuízos de 3,5% a 6,25% em plantações de batata-doce, prejuízo de até R\$302,10/ha (Souza, 2020).

4.3. Controle de *Agrotis ipsilon*

4.3.1. Químico

De maneira geral, o controle de *A. ipsilon* é realizado com aplicação de produtos químicos tóxicos para a praga, mas com efeitos indesejados ao ambiente. O controle é realizado preferencialmente logo no início da infestação, quando a população é baixa e as lagartas menores. Assim, normalmente o controle é feito de modo curativo, com altos volumes de calda-inseticida em jato de pulverização dirigida para o colo da planta, local onde a lagarta normalmente se aloja. As aplicações são feitas, preferencialmente, ao entardecer devido a maior atividade do inseto neste período e a noite (Kaiser, 2016).

Além de pulverizações com agrotóxicos, preferencialmente dirigidas à base da planta, uma alternativa que pode ser adotada é o tratamento de sementes ou de sulco de plantio, com inseticidas preferencialmente de ação sistêmica (Kaiser, 2016).

Embora existam diversos produtos registrados para controle de *A. ipsilon*, são escassos os trabalhos que relatam suas eficiências em campo. No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, tem sob registro, para aplicação visando *A. ipsilon*, inseticidas dos grupos dos organofosforados, piretroides, metilcarbamatos e tiocarbamatos para diferentes culturas, entretanto não abrangendo todas as culturas que podem ser atacadas pela lagarta-rosca (Agrofit, 2023).

Um problema bastante significativo no manejo desta praga é a aplicação incorreta de inseticidas, o que se agrava ao se levar em consideração que os produtos utilizados pertencem a grupos de alta toxicidade e baixa seletividade a organismos não alvos. Estes fatores podem acarretar sérios prejuízos, como a contaminação do meio ambiente e intoxicação do ser humano e outros animais, eliminação de organismos não alvo e a seleção de insetos resistentes. Além disso, o hábito noturno e a localização da praga no solo são aspectos que dificultam o alcance dos inseticidas, acrescentando mais uma dificuldade para o controle químico desta praga (Kaiser, 2016).

4.3.2. Controle biológico

A partir do cenário problemático do uso em larga escala do controle químico de pragas na agricultura, surge a necessidade de estratégias de controle que sejam sustentáveis. Neste contexto, o MIP tem como pilares de sustentação o uso de diversas “ferramentas” de controle, tais como os produtos químicos, agentes biológicos, controle cultural, extratos de plantas, feromônios, variedades de plantas resistentes a pragas, plantas iscas, utilização da Técnica do Inseto

Estéril (TIE), dentre outras (Batista et al., 2020). Além disso, a base do MIP destaca a necessidade de conhecimento pleno sobre as condições do agrossistema trabalhado, os conceitos de níveis de controle, além da taxonomia dos insetos, que permite a identificação correta das pragas e dos inimigos naturais, bem como a realização constante de monitoramento, para assim otimizar a tomada de decisão adequada de controle a ser implementada (Picanço, 2010; Batista et al., 2020).

Entre as estratégias de controle de pragas a serem incorporadas em programas de MIP está o controle biológico aplicado, que envolve o uso de inimigos naturais, podendo ser macroorganismos (parasitoides e predadores), principalmente insetos e ácaros, e microrganismos, como fungos, vírus, bactérias e nematoides (França, 2020). O controle biológico representa um eficiente método de controle, racional e sustentável, principalmente por não causar efeitos tóxicos aos humanos e outros animais não-alvo, com reduzido impacto ao meio ambiente e lenta evolução da resistência nas principais pragas-alvo (Sala et al., 2019).

Desde 2019 tem sido observado um ascendente mercado de biológicos onde, segundo Landgraf (2019), tem ocorrido aumentos de cerca de 20% ao ano em todo o mundo, com o Brasil ocupando posição de destaque, com 14% do mercado global de bioinseticidas. A pesquisa, particularmente associada às multinacionais da indústria agroquímica, tem dado cada vez mais atenção para este setor, investindo em estudos que visam o fortalecimento do controle biológico o que tem contribuído para a redução do uso de produtos químicos no

manejo integrado de pragas, colaborando para a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas e sustentabilidade dos agroecossistemas (Leite et al., 2020).

No mercado de bioinseticidas a base de microrganismos, o principal grupo utilizado é o de produtos à base de bactérias, com a espécie *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) (Bacilales: Bacillaceae) (Bt) representando mais de 50% do mercado global (Polanczyk et al., 2022). Esta é uma bactéria gram-positiva, aeróbica, esporulante e capaz de produzir toxinas de efeito inseticida, sendo as proteínas-cristal (Cry) as mais conhecidas e que têm demonstrado ação tóxica para cerca de 130 espécies de insetos das ordens Lepidoptera, Diptera e Coleoptera (Ulhoa, 2019).

A transmissão do Bt ocorre por meio de esporos e, após ingeridos pelo inseto suscetível, os cristais proteicos são dissolvidos no pH alcalino do aparelho digestivo, liberando as proteínas Cry que normalmente provocam poros na membrana do intestino médio, causando septicemia e consequente morte. Ao final do processo infeccioso, quando o corpo em decomposição do inseto torna-se “inabitável”, as bactérias entram novamente em fase de esporulação, reiniciando o ciclo de infecção em um novo hospedeiro (Picanço, 2010; Ulhoa, 2019).

No mercado brasileiro existem vários produtos à base de Bt, sendo o DiPel® o mais empregado no controle de inúmeras espécies de lepidópteros-praga, com o princípio ativo *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* e as proteínas Cry1Ab, Cry1Aa, Cry1Ac, Cry2Aa e Cry2B (Schnepf et al., 1998; Ulhoa, 2019). Este produto comercial tem registro no MAPA para importantes insetos-praga da família Noctuidae, como *Alabama argillacea* (Hübner, 1818), *Anticarsia*

gemmatilis (Hübner, 1818) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Sumitomo Chemical, 2020).

Além dele, XenTari®, Agree® e Thuricide® são outros importantes bioinseticidas comercializados no país. O XenTari® apresenta em sua constituição a bactéria da subsp. *aizawai*, contendo as proteínas Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1C e Cry1D (Lucho, 2004; Ulhôa, 2019), estando registrado no MAPA para *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (Sumitomo Chemical, 2022). O produto comercial Agree® é formulado a base de *B. thuringiensis* subsp. *aizawai* GC91, transconjugado com toxinas de *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, cujo objetivo principal é aumentar o espectro de ação de suas toxinas, sendo elas Cry1Ac, Cry1C, Cry1D e Cry2 (Liu et al., 2004; Ulhôa, 2019). Também é registrado para *S. frugiperda* e *H. armigera*, além de *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) (Bio Controle, 2018). Já o Thuricide® é composto por *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, contendo as proteínas Cry1Ab, Cry1Ac e Cry2A (Hadley et al., 1987; Souza et al., 2016) e, além de *S. frugiperda* e *C. includens*, é também registrado para os noctuídeos *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777), *Mocis latipes* (Gueneé, 1852) e *Trichoplusia ni* (Hübner, 1803) (Bio Controle, 2018).

No contexto da lagarta-rosca, ainda são limitados os estudos e desenvolvimento de mercado de biológicos específicos. Entretanto existem opções viáveis, destacando-se entre os macrorganismos o uso de parasitoides oófagos, onde as espécies *Trichogramma pretisoum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Trichogramma atopovirilia* (Oatman & Platner, 1983) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) se destacam com alto

potencial de controle para esta praga, com 87,2% e 84,4% de eficiência, respectivamente (Bento e Parra, 2004; Kaiser, 2016).

No mercado de bioinseticidas a base de microrganismos, embora não haja produtos registrados para *A. ipsilon*, em estudos com diferentes estirpes de Bt em lagartas da espécie (Tabela 1), observou-se que seis causaram 100% de mortalidade e três causaram mortalidade de 75% nos bioensaios seletivos, demonstrando o potencial para o controle da praga (Menezes et al., 2010).

Tabela 1 – Estirpes, sorotipos, taxa de mortalidade e proteínas Cry das estirpes de Bt selecionadas para *Agrotis ipsilon* (Menezes et al., 2010).

Estirpes	Sorotipo	Mortalidade (%)	Proteínas Cry
S1450	kurstaki	100	Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1B, Cry2
S1168	kurstaki	100	Cry1Aa
S907	Não reagente	100	Cry1B
S616	aizawai	100	Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1F
S234	sotto	75	Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1B, Cry2
S906	Auto-aglutinante	75	Cry1B
S615	sotto	100	Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1B
S597	galleriae	100	Cry1C
S844	Não reagente	75	Cry2, Cry11

Outros agentes relatados no controle biológico de *A. ipsilon*, como alternativas promissoras, são os fungos entomopatogênicos, *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, encontrados naturalmente no solo, bem como o vírus patogênico conhecido como *Agrotis ipsilon multiple nucleopolyhedrovirus* (AgipMNPV) que é de ação específica, alta virulência e

com capacidade de se replicar no hospedeiro (Harrison, 2013; Gabarty et al., 2014).

Há ainda os nematoides entomopatogênicos (NEPs) controladores de pragas de solo, uma alternativa potencial a ser mais estudada, pois as pragas que têm contato íntimo com o solo tornam-se alvos alcançáveis para NEPs, que são encontrados nos solos de vários biomas no mundo todo. Há estudos que demonstram controle eficiente de pupas de *H. zea* e *S. frugiperda* em milho usando NEPs, onde ambas as pragas tiveram taxas de mortalidade superiores a 90% (Magnabosco et al., 2019).

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Controle Microbiano de Artrópodes Praga (LCMAP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Jaboticabal, São Paulo.

Para os testes de mortalidade de *A. ipsilon* foram utilizados os bioinseticidas comerciais a base de *B. thuringiensis*: DiPel®, Thuricide®, Agree® e XenTari®. Como controle (testemunha) utilizou-se água deionizada.

As lagartas empregadas nos bioensaios foram provenientes de uma criação de laboratório no LCMAP, mantida em dieta artificial. Para cada tratamento foram utilizadas 100 lagartas individualizadas, distribuídas em cinco repetições de 20 lagartas cada, empregando-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

Foi preparada uma solução para cada bioinseticida, utilizando-se a dose média recomendada dos produtos comerciais, de forma que foi considerado o inseto-alvo *Spodoptera frugiperda*, por ser um inseto da mesma família e de comportamento semelhante (Tabela 2). A seguir, em cada tratamento, foi pipetado uma alíquota de 50 µL da solução, quantidade suficiente para cobrir toda a superfície do recipiente, na superfície da dieta artificial utilizada (descrita por Vilela et al., 2014), disposta em pequenos potes de acrílico cristal transparente com tampa rosqueável (3,1 cm x 1,8 cm) (Figura 3). Após a absorção, foi inoculada uma lagarta de segundo ínstar de *A. ipsilon* em cada pote.



Figura 3 – Potes de acrílico cristal transparentes utilizados no bioensaio.
Fonte: Autoria própria (2023).

Os recipientes contendo as lagartas foram acondicionados em ambiente ajustado a temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h. A mortalidade foi avaliada diariamente após a aplicação dos tratamentos durante cinco dias, sendo considerada morta a lagarta que não apresentava movimento quando tocada por pincel de cerdas macias (Nunes et al., 2019), utilizando para as análises as porcentagens de mortalidade a cada avaliação.

Durante a condução dos bioensaios, os dados de sobrevivência foram anotados diariamente e utilizados para calcular a mortalidade de forma acumulada, com base no total de indivíduos mortos; em seguida, a mortalidade foi submetida à análise de regressão linear para determinar o Tempo Letal (TL) (Gomez et al., 1999), sendo calculado o intervalo de confiança ($p = 95\%$) para o tempo letal médio (TL₅₀). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo que as médias de mortalidade foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Para TL₅₀, as médias com sobreposição de intervalo de

confiança foram consideradas equivalentes. Todas as análises estatísticas foram realizadas através do software RStudio.

Tabela 2 – Bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* utilizados nos testes de mortalidade de *Agrotis ipsilon*.

Marca comercial	Subespécie Bt	Linhagem	Dose média p.c.
DiPel SC®	kurstaki	HD-1	0,60 l/ha
Thuricide PM®	kurstaki	HD-1	0,40 kg/ha
Agree PM®	aizawai	GC-91	0,40 kg/ha
XenTari PM®	aizawai	-	0,75 kg/ha

SC = Solução Concentrada; PM = Pó Molhável; WG = Granulado Dispersível. Volume de calda de 100 L.ha⁻¹.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às porcentagens de mortalidade acumulada e ao tempo letal médio (TL₅₀) das lagartas de *A. ipsilon* submetidas aos diferentes tratamentos são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente, onde verifica-se que DiPel®, XenTari® e Agree® provocaram mortalidades totais das lagartas até o 5º dia pós-tratamento, enquanto Thuricide® provocou apenas 75% de mortalidade. Já em relação ao tempo gasto para matar 50% da população em teste, os produtos foram bastante semelhantes, com Thuricide® mostrando tendência em agir mais lentamente.

Tabela 3 – Mortalidade acumulada média (%) de bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* em lagartas de segundo ínstar de *Agrotis ipsilon*.

Tratamento	Mortalidade (%)				
	1 DAT	2 DAT	3 DAT	4 DAT	5 DAT
Agree® PM	4,0 ± 6,5 a	12,0 ± 12,5 a	50,0 ± 12,7 b	78,0 ± 7,6 b	100,0 ± 0,0 a
DiPel® SC	7,0 ± 4,5 a	31,0 ± 5,5 a	71,0 ± 6,5 a	96,0 ± 6,5 a	100,0 ± 0,0 a
Thuricide® PM	5,0 ± 5,0 a	21,0 ± 6,5 a	43,0 ± 2,7 b	62,0 ± 4,5 c	75,0 ± 7,9 b
XenTari® WG	3,0 ± 4,5 a	25,0 ± 9,3 a	67,0 ± 9,7 a	95,0 ± 6,1 a	100,0 ± 0,0 a
Testemunha	2,0 ± 2,7 a	3,0 ± 2,7 b	8,0 ± 4,5 c	10,0 ± 3,5 d	10,0 ± 3,5 c

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; DAT = Dias Após Tratamento.

Tabela 4 – Tempo letal médio (TL₅₀) (dias) de bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* em lagartas de segundo ínstar de *Agrotis ipsilon*.

Tratamento	TL ₅₀ (Dias)
Agree® PM	2,94 ± 0,2 a
DiPel® SC	2,58 ± 0,7 a
Thuricide® PM	3,50 ± 0,7 a
XenTari® WG	2,68 ± 0,1 a
Testemunha	21,87 ± 0,1 b

Embora todos os produtos tenham sido eficazes para causar mortalidade em *A. ipsilon*, no geral, DiPel® e XenTari® se destacam como os mais eficientes, com taxas de mortalidades de 96,0% e 95,0%, respectivamente, no quarto dia após aplicação dos tratamentos (Tabela 3). Valores que são corroborados pelos menores valores de TL₅₀ que foram $2,58 \pm 0,7$ e $2,68 \pm 0,16$ dias, respectivamente para DiPel® e XenTari®, indicando a rápida ação nas lagartas (Tabela 4). O Agree®, apesar de ação relativamente mais lenta, no final do bioensaio também atingiu 100% de mortalidade, não havendo, então diferença significativa entre os bioinseticidas.

O produto Thuricide® mostrou resultados de eficiência relativamente inferiores em comparação com os demais produtos, mas ainda assim demonstra um impacto considerável na mortalidade da lagarta-rosca. Embora o aumento percentual de seu efeito letal tenha se reduzido com o passar dos dias, os valores de TL₅₀ dos bioinseticidas (Tabela 4) não mostraram diferença significativa entre si.

As diferenças nas taxas de mortalidade podem ser explicadas pelas cepas específicas de Bt utilizadas em cada produto. Os bioinseticidas comerciais testados pertencem a dois sorotipos de *B. thuringiensis* var. *aizawai* (Agree® e XenTari®) e *Bt* var. *kurstaki* (DiPel® e Thuricide®), de modo que diferem nas toxinas que produzem. De acordo com Agostini (2014), as toxinas Cry presentes no DiPel® são: Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac e Cry2Aa; no XenTari®: Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1C e Cry1D e no Agree®: Cry1Ac, Cry1C, Cry1D e Cry2. O Thuricide® possui Cry1Ab, Cry1Ac e Cry2A (Hadley et al., 1987; Souza et al., 2016). Por isso, mesmo que DiPel® e Thuricide® sejam produtos com o

ingrediente ativo da mesma variedade, observa-se que o segundo possui menos proteínas Cry presentes, o que pode explicar a razão pela qual o produto mostrou bons resultados, mas ligeiramente inferior.

Além disso, é importante considerar as diferenças de concentração de ingrediente ativo, no caso a cepa específica de Bt, e a quantidade dos esporos bacterianos viáveis presentes em cada produto. A bula do Agree® traz a informação de uma concentração do ingrediente ativo de 500g/kg (50% m/m), com 1 bilhão de esporos viáveis por grama, e o Thuricide® tem concentração de 32 g/kg (3,2% m/m) de seu ingrediente ativo, com 30 bilhões de esporos viáveis por grama. Já o DiPel®, concentração de 32 g/kg (3,2% m/m) de ingrediente ativo, com 25 bilhões de esporos viáveis por grama, e o XenTari®, concentração de ingrediente ativo de 540 g/kg (54% m/m), mas não possui informação de quantidade de esporos viáveis. Os produtos com maiores concentrações, Agree® e XenTari®, foram um dos que apresentaram as melhores mortalidades, reforçando a informação e resultados. Entretanto, o DiPel®, mesmo com uma menor concentração de Bt e menos esporos viáveis por grama, apresentou um melhor desempenho do que o Thuricide®, e assim retorna-se a discussão apresentada anteriormente, sobre a diferença entre as cepas específicas de Bt de cada produto e as toxinas que produz. Por fim, um último fator a ser observado são os demais ingredientes presentes em cada formulação, os quais são desconhecidos, mas podem ter interferência no desempenho de cada produto, como a conservação de esporos viáveis ou ingredientes atrativos ou repelentes, por exemplo.

Já havia sido relatado os efeitos dos produtos Agree®, DiPel® e XenTari® na mortalidade de outras espécies de Lepidoptera, proporcionando taxas de eficiência superiores a 80% (Agostini, 2014). No trabalho de Kaiser (2016), voltado especificamente para o controle de *A. ipsilon*, Agree® e DiPel® demonstraram ser eficientes para o controle de lagartas em estágios iniciais. Quanto ao Thuricide®, são poucos os estudos disponíveis na literatura relatando seus efeitos, com o trabalho de Menezes et al. (2010) identificando as proteínas Cry que têm atividade tóxica para *A. ipsilon*. Foi observado na estirpe S234 a presença de Cry1Ab e Cry1Ac causando 75% de mortalidade, corroborando os resultados encontrados neste trabalho.

Os bioinseticidas testados não são posicionados comercialmente para controle de *A. ipsilon*, no entanto, os resultados deste trabalho sugerem alto potencial de uso deles para o manejo da praga.

7. CONCLUSÃO

Os produtos DiPel, XenTari e Agree foram os mais eficientes na toxicidade de *A. ipsilon*, considerando a mortalidade, sendo os bioinseticidas testados potenciais “ferramentas” de controle para serem incorporadas no manejo de *A. ipsilon*.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, L.T. **Suscetibilidade de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) a entomopatógenos**. 2014. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Entomologia Agrícola), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

AGROFIT. Registro de Agrotóxicos e afins. MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2023. Disponível em:<<https://agrofit.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BATISTA, C.D.; BARBOSA, M.G.; OLIVEIRA, R.C.M.; PASTORI, P.L. Percepção do uso do manejo integrado de pragas por produtores rurais da Região da Serra da Ibiapaba-Ceará. **Research, Society and Development**, v.9, n.11, e65791110271, 2020.

BENTO, F. M. M.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma* spp. para controle de *Agrotis ipsilon*. **XX Congresso Brasileiro de Entomologia**. Gramado, 2004.

BENTO, F.M.M.; MAGRO, S.R.; FORTES, P.; ZÉRIO, N.G.; PARRA, J.R.P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Agrotis ipsilon* em dieta artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.10. p.1369-1372, 2007.

BIO CONTROLE. Bula - Agree®, 2018. Disponível em:<<https://www.adapar.pr.gov.br/sites>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

BIO CONTROLE. Bula - Thuricide®, 2018. Disponível em:<<https://www.adapar.pr.gov.br/sites>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

CABI. Cutworms on tea: *Agrotis segetum*, *Agrotis ipsilon*. 2019. Disponível em:<<https://10.1079/pwkb.201978000078>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

FRANÇA, Daniel. As técnicas de controle biológico projetam um futuro promissor e lucrativo para a agricultura: as técnicas inovadoras do conceito de controle biológico têm se revelado cada vez mais promissoras. **Inovação & Desenvolvimento: a revista da FACEPE**, 2020, 1.4: 11-13.

GABARTY, A.; SALEM, H.M.; FOUDA, M.A.; ABAS, A.A.; IBRAHIM, A.A. Pathogenicity induced by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in *Agrotis ipsilon* (Hufn.). **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v.7, n.1, p.95-100, 2014.

GARRIDO, L.R.; BOTTON, M. Recomendações técnicas para evitar resistência de patógenos, insetos e ácaros - pragas a fungicidas e inseticidas na cultura da videira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2021. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital>>. Acesso em: 26 mai. 2023.

GOMEZ, S.A.; MOSCARDI, F.; SOSA-GÓMEZ, D.R. Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* a isolados geográficos de um vírus de poliedrose nuclear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1539-1544, 1999.

- HADLEY, W.M.; BURCHIEL, S.W.; MCDOWELL T.D.; THILSTED, J.P.; HIBBS, C.M.; WHORTON, J.A.; DAY, P.W.; FRIEDMAN, M.B.; STOLL, R.E. Five-month oral (diet) toxicity/infectivity study of *Bacillus thuringiensis* insecticides in sheep. **Fundamental and Applied Toxicology**. v. 8, p. 236-242, 1987.
- HARRISON, R.L. Concentration - and time - response characteristics of plaque isolates of *Agrotis ipsilon* multiple nucleopolyhedrovirus derived from a field isolate. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.112, n.2, p.159-161, 2013.
- HUNTSBARGER, W.M. Black cutworm (*Agrotis ipsilon*). 2018. Disponível em:<<https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5361045>>. Acesso em: 28 ago. 2023.
- JOSHI, M.J.; RANA, A.; VARADHARASU, P.R. The potency of chemical insecticides in management of cutworm, *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Noctuidae: Lepidoptera): a review. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.2, n.3, p.307-311, 2020.
- KAISER, I. S. **Manejo de *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae) com entomopatógenos**. 2016. 58p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- KRITI, J.S.; DAR, M.A.; KHAN, Z.H. Biological and taxonomic study of agriculturally important noctuid pests of Kashmir. **World Journal of Agricultural Research**, v.2, n.2, p.82-87, 2014.
- LANDGRAF, L. Controle biológico no Brasil tem potencial de crescer 20% ao ano. Londrina: Embrapa Soja. 2019. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias>>. Acesso em: 18 ago. 2023.
- LEITE, L.G.; DELALIBERA JÚNIOR, I.; ALMEIDA, J.E.M.; TONELLI, M.; BATISTA FILHO, A. Controle microbiano de pragas de solo. **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2020. p.1-13.
- LIU, K.; ZHENG, B.; HONG, H.; JIANG, C.; PENG, R.; PENG, J.; YU, Z.; ZHENG, J.; Yang, H. Characterization of Cultured Insect Cells Selected by *Bacillus thuringiensis* Crystal Toxin. **In Vitro Cellular & Developmental Biology. Animal**, v. 40, n. 10, p. 312–317, 2004.
- LUCHO, A.P.R. **Manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera:Noctuidae) em arroz irrigado**. 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Diversidade e Manejo da Vida Silvestre), Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- MAGNABOSCO, M.E.B.; ANDALÓ, V.; FARIA, L.S. Compatibilidade entre nematoides entomopatogênicos e produtos fitossanitários utilizados no tratamento de sementes de milho. **Semina**, v.40, n.6, p.2487–2496, 2019.
- MENEZES, R.S.; DUMAS, V.F.; MARTINS, E.S.; PRAÇA, L.B.; MONNERAT, R.G. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* tóxicas a *Agrotis ipsilon*. **Universitas: Ciências da Saúde**, v.8, n.2, p.1-13, 2010.

MICHEREFF FILHO, M.; SCHMIDT, F.G.V.; SOUSA, N.C.M.; SPECHT, A.; MOURA, A.P.; LOPES, L.H.R.; INOUE-NAGATA, A.K.; LIMA, M.F.; GUIMARÃES, J.A.; TORRES, J.B. **Guia de identificação para pragas do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças. Brasília, 2019. 96p.

MINAS, R. S.; OLIVEIRA, C. M. R.; SANTOS, V. P.; LIMA, V. L. S.; PIROVANI, V. D. Lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*). In: MINAS, R. S. (Org.). **Solanáceas: abordagem das principais culturas e suas pragas**. Brasília: Kiron, 2013. p. 75-89.

NUNES, N.R.; RAMPELOTTI-FERREIRA, F.T.; THIESEN, L.V.; CORASSA, J.N.; PITA, R.M. Linha básica de suscetibilidade de *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) a benzoato de emamectina. **Entomological Communications**, v.1, ec01015, 2019.

PICANÇO, M.C. Manejo integrado de pragas. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Animal. Viçosa. 2010. Disponível em: <<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35439996>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

POLANCZYK, R.A.; NASCIMENTO, J.; FREITAS, M.M.; NASCIMENTO, D.D. Manejo de pragas com bactérias entomopatogênicas. In: MEYER, M.C.; BUENO, A.F.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. (eds.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília: Embrapa Soja, 2022. P. 361-376.

PONOMAREV, A. *Agrotis ipsilon* – Larva. 2014. Disponível em: <<https://insecta.pro/gallery/38074>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

QUEIROZ, D.L.; SOLIMAN, E.P.; BURCKHARDT, D. Principais pragas em viveiros de mudas de eucalipto. In: LEMES, P.G.; ZANUNCIO, J.C. (eds.). **Novo manual de pragas florestais brasileiras**. Montes Claros: Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, 2021. p. 230-261.

RODINGPUA, C.; LALTHANZARA, H. An insight into black cutworm (*Agrotis ipsilon*): A glimpse on globally important crop pest. **Sciense Vision**, v.2, p. 36-42, 2021.

SALA, A.; BARRENA, R.; ARTOLA, A.; SANCHEZ, A. Current developments in the production of fungal biological control agents by solid-state fermentation using organic solid waste. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v.49, n.8, p. 655-694, 2019.

SCHNEPF, E; CRICKMORE, N.; VAN RIE, J.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; FEITELSON, J.; ZEIGLER, D.R.; DEAN, D.H. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, Nova Iorque, v. 62, n. 3, p. 775-806, 1998.

SOUZA, J.F. **Compatibilidade entre o fungo filamentosamente entomopatogênico *Aspergillus* sp. NA01 com inseticidas usados no manejo integrado da lagarta-rosca *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2020. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biotecnologia), Centro de Biotecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SOUZA, C.S.F.; MENDES, S.M.; MARINS, L.O.; GUIMARÃES, A.F.; RIBEIRO, P.E.A.; SILVEIRA, L.C.P. Compatibilidade de milho Bt e bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* para o manejo da Lagarta-do-cartucho do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31, Bento Gonçalves, 2016. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SUMITOMO CHEMICAL. Bula - DiPel®, 2020. Disponível em:<<https://www.adapar.pr.gov.br/sites>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

SUMITOMO CHEMICAL. Bula - XenTari®, 2022. Disponível em:<<https://www.adapar.pr.gov.br/sites>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

ULHÔA, J.R.L. **Parâmetros biológicos de controle de *Chrysoperla externa* (Hagen)**. Piracanjuba: Conhecimento Livre, 2019. 60p.

VILELA, M.; MENDES, S.M.; VALICENTE, F.H.; CARVALHO, S.S.S.; SANTOS, A.E.; ARAÚJO, O.G.; BARBOSA, T.A.N.; CARVALHO, E.A.R.; COSTA, V.H.D. Metodologia para criação e manutenção de *Helicoverpa armigera* em laboratório. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 7p. Circular Técnica nº 203.