

CURSO DE AGRONOMIA

BRUNA CAROLINA SERAFIM TECKIO

**EFEITO DE INSETICIDAS BIOLÓGICOS E COMERCIAIS NO
CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797)**

**VILHENA
2020**

BRUNA CAROLINA SERAFIM TECKIO

**EFEITO DE INSETICIDAS BIOLÓGICOS E COMERCIAIS NO
CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797)**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia da Faculdade da Amazônia (FAMA), como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Msc. Cássya Fonseca
Santos

**VILHENA
2020**

Dedico este trabalho a minha família pelo apoio durante a jornada acadêmica, pelas ausências [...].

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade que ele me deu, de poder realizar um sonho que é me formar, aos meus pais e esposo, que me incentivaram durante a graduação, não mediram esforços para que esse sonho se conclui-se.

Aos meus colegas da graduação e, que sempre estiveram ao meu lado, aos meus irmãos de Fé.

A minha professora Cássya Fonseca Santos e orientadora, por sempre estar disponível e paciente na produção deste trabalho científico.

Agradeço aos professores pelo conhecimento repassado, a todos sou grata.

.

Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar".

Josué 1:9

RESUMO

Múltiplos métodos são utilizados com o interesse de proteger os cultivos de fatores bióticos e abióticos na produção agrícola, em especial ao ataque de insetos-praga. Dentre esses métodos, o mais utilizado é o controle químico, porém como alternativa, o controle biológico vem se destacando no combate de pragas agrícolas por apresentar menor impacto sobre o ambiente. Esta pesquisa foi conduzida em Sapezal, Mato Grosso, Brasil, entre os meses de janeiro e abril de 2020, com o objetivo de avaliar a eficiência de inseticidas biológicos e comercial no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797), na cultura da soja. Foi avaliado a compatibilidade do Inseticida biológico a base de *Bacillus thuringiensis* com o inseticida Lannate®, mostrando testes quantitativos e qualitativos, e somente qualitativo no uso do Acefato e Benzoato, e os fungicidas Mancozebe, Mertin, Fox, Prisma e Status com o *Bacillus thuringiensis*. O teste foi realizado em laboratório, para somente verificar se haveria inibição ou não do crescimento do *Bacillus thuringiensis*.

Palavras-chave: *Bacillus thuringiensis*, inseticidas químicos, pragas.

ABSTRACT

Multiple methods are used with the interest of protecting crops from biotic and abiotic factors in agricultural production, especially the attack of insect pests. Among these methods, the most used is chemical control, but as an alternative, biological control has been highlighted in the fight against agricultural pests because it has less impact on the environment. This research was conducted in Sapezal, Mato Grosso, Brazil, between January and April 2020, with the objective of evaluating the efficiency of biological and commercial insecticides in the control of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797), in soybean culture. The compatibility of the biological insecticide based on *Bacillus thuringiensis* with the insecticide Lannate® was evaluated, showing quantitative and qualitative tests, and only qualitative in the use of Acefate and Benzoate, and fungicides Mancozebe, Mertin, Fox, Prisma and Status with *Bacillus thuringiensis*. The test was performed in the laboratory, to only verify whether or not there would be inhibition of the growth of *Bacillus thuringiensis*.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, chemical insecticides, pests.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Teste de compatibilidade BTA+ Acefato	33
Figura 2 - Teste de compatibilidade BTA+ Benzoato.....	33
Figura 3 - Teste de compatibilidade BTA+ Lannate.....	33
Figura 4 - Teste de compatibilidade BTA+ Fox.....	34
Figura 5 - Teste de compatibilidade BTA+ Mancozebe	34
Figura 6 - Teste de compatibilidade BTA + Mertin.....	35
Figura 7 - Teste de compatibilidade BTA + Prisma.....	35
Figura 8 - Teste de compatibilidade BTA+ Status	36
Gráfico 1 - Teste de compatibilidade entre o inseticida lannate e Bt	25
Gráfico 2 - Bta + Metomil: <i>Spodoptera frugiperda</i>	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição do experimento	26
Tabela 2 - Resumos dos produtos pesquisados.....	30
Tabela 3 - Teste de inibição em meio líquido.....	30
Tabela 4 - Doses recomendadas.....	30
Tabela 5 - Teste de eficiência na lagarta em folha de Girassol	32
Tabela 6 - Teste em Dieta.....	34

1	INTRODUÇÃO	11
2.	SISTEMA DE CONTROLE DE PRAGAS.....	13
2.1	CONTROLE BIOLÓGICO	13
2.1 1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	14
2.2	LAGARTA DO CARTUCHO, <i>Spodoptera frugiperda</i>	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1	LOCAL DA PESQUISA.....	17
3.2	LARVAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO	17
3.3	DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	18
3.3.1	TESTE EFICIÊNCIA NA LAGARTA EM FOLHAS DE GIRASSOL	19
3.3.2	TESTE EFICIÊNCIA NA LAGARTA EM DIETA	19
3.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.	CONCLUSÃO.....	28
6.	REFERÊNCIAS	29
7.	APENDICE.....	33

INTRODUÇÃO

A agricultura vem se transformando ao longo das últimas décadas, principalmente pela produção em larga escala e qualidade dos alimentos, com isso trouxe a preocupação com o meio ambiente devido à grande quantidade de químicos utilizados, sendo eles inseticidas, herbicidas e fertilizantes. Isso coloca uma situação no horizonte, em que o Brasil, maior consumidor mundial de agrotóxicos na atualidade, tende a ter aumentado seu consumo de herbicidas (principalmente o glifosato), colocando em situação de vulnerabilidade não apenas um grande contingente de trabalhadores rurais, mas também de moradores de áreas próximas aos grandes pólos produtores de soja – entre outras grandes monoculturas (BELO *et al.*, 2012).

Em busca de uma opção mais sustentável os produtos biológicos vêm ganhando espaço no estado do Mato Grosso, há cerca de 5 anos, tendo em vista a importância da preservação do meio ambiente e a busca por processos mais “ecológicos”. E com isso trazendo o controle biológico como alternativa (SILVA *et al.*, 2015).

As lagartas de *Spodoptera frugiperda* ocasionam danos à cultura desde a emergência até a maturação das plantas (SANTOS, 2001; GALLO *et al.*, 2002). Podem ser encontradas danificando o caule, folhas, botões florais e maçãs. Nos primeiros estágios, preferem danificar as brácteas dos botões florais, raspando-as. Quando desenvolvidas podem ser encontradas no interior das flores ou na base das maçãs raspando-as até perfurarem. Essa espécie é frequente em todas as regiões algodoeiras, mas ocorre principalmente em áreas próximas à cultura de milho, ou em rotação com trigo, aveia, milho etc. (SANTOS, 1997; DEGRANDE, 1998, DELANO *et al.*, 1999). Para controle dessas pragas, existem vários inseticidas no mercado, no entanto alguns produtos químicos acabam não sendo tão seletivos, que por sua vez acaba matando alguns inimigos naturais.

Os agrotóxicos, além de cumprirem o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas, podem oferecer riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Seu uso frequente, e muitas vezes incorreto, oferece riscos como a contaminação dos solos agrícolas, das águas superficiais e subterrâneas e dos alimentos. Assim, os agrotóxicos podem apresentar riscos de efeitos negativos em organismos terrestres e aquáticos e de intoxicação humana pelo consumo de água e alimentos contaminados, além do risco de intoxicação ocupacional de trabalhadores e produtores rurais (SPADOTTO *et al.*, 2006).

Entretanto surge, uma nova alternativa o uso de produtos biológicos, além do químico que sabemos de sua grande eficiência, porém podemos trabalhar os dois juntos, respeitando cada uma sua dose correta. Ressalta-se ainda, que o controle biológico pode ser usado concomitantemente com o uso de produtos químicos, desde que o pesticida seja seletivo para a

praga alvo (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

O inseticida biológico, tem vários fatores benéficos, como a preservação de inimigos naturais, e ecologicamente sendo mais correto, do que o uso de um químico que não seleciona seus alvos, porém sabemos de nossa realidade de quantidade de pragas que temos no campo, e sabemos que só o uso do biológico não resolveria todos os nossos problemas em campo, no entanto quando pensamos que podemos trabalhar os dois juntos, nos traz essa alternativa de controle de forma mais equilibrada e com um resultado rápido que necessitamos no campo. Com as exigências cada vez maiores do mercado consumidor pela busca de produtos de qualidade, o controle biológico assume uma importância cada vez maior, em decorrência de esse ser um método de controle de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro é eficiente para a manutenção das pragas abaixo do nível de dano econômico (SILVA *et al.*, 2006).

E nos dias atuais, houve uma evolução agrícola, já existem empresas no município de Sapezal – MT que começaram a investir em pesquisa e metodologias, para ajudar os pequenos agricultores, logicamente que esses grandes fazendeiros, montaram seus laboratórios e biofábricas, tendo em mente a evolução de um estado ou até mesmo um país mais sustentável.

A Embrapa de Brasília, hoje fornece um curso uma vez por ano, realizando palestras ensinando como montar uma estrutura, como trabalhar corretamente, sem uso de caixa da água que antigamente se usava muito, atualmente tem biorreatores automatizados, que nos fornece um produto de qualidade. A tecnologia quando falamos de biológico está avançando, dia após dia. Ou seja, trabalhar visando em melhorar essas tecnologias que temos em mãos nos faz ter mais opções na hora de usar o químico, sabendo que o biológico e químico podem caminhar juntos, abre um grande espaço para a evolução tecnológica e com mais segurança a natureza e principalmente a nos humanos.

O objetivo deste foi avaliar o Inseticida Biológico (*Bacillus Thuringiensis*) com o Inseticida químico (Lannate®BR - metomil), como um controle alternativo, e identificando os benefícios de novas alternativas para controle de lagarta *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797), usando produto biológico.

2. SISTEMA DE CONTROLE DE PRAGAS

Com o passar dos anos, a frequência do emprego de tratamentos químicos tem crescido. Durante o ciclo de algumas culturas de maior importância econômica, por exemplo, é

habitual o uso de mais de 5 aplicações de inseticidas, este fenômeno tem ocorrido em diversas regiões do país. Com este processo, há uma diminuição severa da biodiversidade de agentes (inimigos naturais) de controle biológico (FIGUEIREDO *et al.*, 2006).

O novo direcionamento da produção agrícola é desenvolver práticas de menor impacto ambiental no combate de pragas, onde por meio de métodos alternativos substitui ou reduz-se a utilização de químicos com efeitos negativos à saúde humana e meio ambiente, favorecendo o uso sustentável da biodiversidade (LACEY *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2010).

2.1 CONTROLE BIOLÓGICO

No Brasil, os programas de controle biológico são comparáveis aos melhores do mundo, podendo citar os agentes controladores: *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), *Metagonistylum minense* (Diptera: Tachinidae), *Paratheresia claripalpis* (Diptera: Tachinidae), *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) *Baculovirus anticarsia* (Baculoviridae), além de outros projetos menores envolvendo o uso de parasitóides, predadores ou patógenos (vírus, bactérias e fungos). Porém, existem grandes problemas relacionados com o desenvolvimento de técnicas de controle biológico devido a limitações de recursos para pesquisas e pouca literatura sobre o tema, além do pequeno número de pesquisadores envolvidos (PARRA, 1992; PARRA, 2014).

O biocontrole traz suas vantagens, como redução do uso de agrotóxicos, diminuição de acidentes químicos com o homem, surgimento de inimigos naturais, para o agrônomo José Roberto Postali Parra, o controle biológico não traz problemas ao nosso meio ambiente, à água, ao solo, aos animais, não causa os desequilíbrios biológicos, e não deixa resíduos nos alimentos (PARRA, 2018).

Como solução ao uso indiscriminado de inseticidas surge diversas empresas que vêm desenvolvendo inimigos naturais para o controle integrado de numerosas pragas agrícolas, pesquisas com fundamentos em controle biológico que englobam manejo para o controle populacional, limite de insetos toleráveis na área, priorizando o ecossistema e os critérios ambientais (CARVALHO; BARCELLOS, 2012; LANDERS; OLIVEIRA, 2018).

Novas alternativas, como o controle biológico através do uso de parasitoides, predadores e entomopatógenos está sendo estudado para reduzir o uso de agrotóxicos nas lavouras (FERRY *et al.*, 2004). Entre esses patógenos, o controle microbiano é considerado um método seguro aos humanos e ao meio ambiente, destacando-se a bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 (Eubacteriales: Bacillaceae) (CAMPANINI *et al.*, 2012).

2.1.1 *Bacillus thuringiensis*

A *Bacillus thuringiensis* é uma bactéria gram positiva que ocorre naturalmente no solo, água, insetos mortos e ambientes onde grãos são armazenados (LAMBERT e PEFEROEN, 1992). Uma característica típica de *B. thuringiensis* é a produção de cristais protéicos que ocorre, geralmente, durante a esporulação, sendo tóxica a alguns grupos de insetos, cuja produção foi descoberta somente em 1953 por Hannay (GLARE e O' CALLAGHAN, 2000; VILAS-BÔAS et al., 2007). Esses cristais, que correspondem a 25% do peso seco da célula (AGAISSE e LERECLUS, 1995), apresentam atividade entomopatogênica com destaque sobre insetos pertencentes às ordens Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera e Coleoptera, além de nematoides, ácaros e protozoários (SCHNERPF et al., 1998).

Cada cristal pode ser formado por uma ou mais proteínas codificadas pelos genes *cry* e conhecidas como δ -endotoxinas ou proteínas cristal. Höfte e Whiteley (1989) classificaram 42 diferentes tipos de δ -endotoxina em 14 grupos, de acordo com a atividade biológica dos produtos dos genes *cry* e com sua seqüência da aminoácidos. Desta forma, as toxinas codificadas pelos genes *cryI*, *cryII*, *cryIII* e *cryIV* são específicas para as ordens Lepidoptera; Diptera e Lepidoptera; Coleoptera e Diptera, respectivamente.

Os cristais protéicos produzidos pelo *B. thuringiensis* são compostos por uma ou mais δ -endotoxinas na sua forma inativa (protoxina). A ativação das protoxinas ocorre posteriormente através da ação de proteases. Após a ingestão dos cristais, ocorre o primeiro passo do modo de ação das δ -endotoxinas, que consiste na solubilização das protoxinas pelo pH alcalino do intestino médio dos insetos. As proteínas específicas para a ordem Lepidoptera são solúveis em pH acima de 9,5 (KNOWLES e DOW, 1993), o que está de acordo com o pH do intestino das larvas destes insetos, que varia de 9 a 12. Em função deste fato, outros fatores como detergentes ou a redução do potencial do intestino também devem atuar na solubilização (BIETLOT et al., 1990). Após a ativação das toxinas, estas passam através dos poros da membrana peritrófica e interagem com as células epiteliais do intestino do inseto, que contém receptores. A afinidade destas estruturas pelas proteínas *Cry* é variável, com valores de Kd entre 10⁻⁷ e 10⁻¹⁰M (GILL, et al., 1992).

Knowles e Dow (1993) propuseram um modo de ação da toxina para insetos pertencentes a ordem Lepidoptera, onde o influxo de K⁺ e o efluxo de H⁺ causam a despolarização da membrana apical e aumento do pH intracelular. Estes dois fatores levam ao fechamento da ligação das células colunares com as células companheiras, onde a capacidade

de bombardeamento de K^+ para o lúmen do intestino começa a ser superado pelo influxo de íons K^+ . A bomba de K^+ para de funcionar, as células companheiras encolhem e as células colunares incham, lizando osmoticamente. Esta lise celular leva ao rompimento da integridade do intestino médio e o inseto morre por inanição ou septicemia.

Diante do dano que este inseto causa na lavoura do milho, o *Bacillus thuringiensis* (Bt) pode se tornar uma alternativa viável e econômica para o controle desta praga, evitando a contaminação do meio ambiente, de aplicadores, de leitos de rios e de nascentes, além de preservar os inimigos naturais (VALICENTE e SOUZA, 2004).

2.2 LAGARTA DO CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*

A lagarta-do-cartucho foi reconhecida como praga de milho em 1797, na Georgia, Estados Unidos. Foi originalmente descrita com o nome de *Phalaena frugiperda*. Desde então, tem mudado de nome várias vezes, até a denominação atual de *Spodoptera frugiperda* (CRUZ, 1995). A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1997), é uma das principais pragas da cultura do milho e pode causar danos de até 34% na produção de grãos (CARVALHO, 1970; CRUZ et al., 1996). A área cultivada com a cultura do milho no Brasil está em torno de 12 milhões de hectares e o gasto anual com inseticidas químicos, somente na cultura do milho, está estimado entre U\$500 e U\$600 milhões (CRUZ et al., 1996).

É considerada uma espécie endêmica no hemisfério ocidental e seu sucesso se deve ao fato de sua capacidade de dispersão e voracidade pelas suas plantas hospedeiras, além da capacidade de sobreviver a invernos rigorosos e migrar durante a primavera, verão e outono deslocando do Estados Unidos para o Canadá (PERUCA, 2015; BARBOSA, 2011). Sua primeira ocorrência foi relatada em 1928 na América do Norte, embora os seus centros de imigração estejam localizados nos trópicos. A *Spodoptera frugiperda* (Smith), no estágio larval, é uma das mais importantes pragas da cultura do milho e alimenta-se em todas as fases de crescimento da cultura, mas tem preferência por cartuchos de plantas jovens e pode causar perdas significativas na produção, se não controlada.

O manejo desta praga tem se baseado principalmente em aplicações de inseticidas químicos a fim de minimizar os prejuízos nas lavouras. No entanto, já é notável o elevado risco associado aos trabalhadores e ao meio ambiente. Cabe mencionar o fato de que as pragas adquirem resistência aos produtos utilizados, ocasionando uma seleção de populações resistentes, o que torna evidente a necessidade de novos métodos de controle mais seguros (MORAES et al., 2015).

O uso de técnicas alternativas como a utilização de parasitoides, entomopatógenos e predadores naturais tem aumentado significativamente, visto que se trata de métodos eficazes e não contaminantes (SOUSA, 2015). O uso do *Bacillus thuringiensis* como agente de controle biológico é considerado um meio satisfatório de combate à lagarta-do-cartucho, e tem sido estudado por diversos profissionais.

Durante a fase de esporulação, o *B. thuringiensis* produz um esporângio que contém um endósporo e uma inclusão proteica cristalina (σ endotoxina), que é tóxica para muitos insetos. Essa proteína pode perfazer até 1/3 do total da proteína da célula (HERRNSTADT et al., 1986). O controle dessa praga é feito basicamente com inseticidas químicos, sendo que o controle através do uso de patógenos está se tornando uma alternativa viável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Milani, Rodovia MT-235, s/n mais de 13 km a esquerda, Zona Rural, localizada no município de Sapezal- Mato grosso, Brasil-com as coordenadas geográficas Latitude: 12° 59' 22" Sul, Longitude: 58° 45' 52". Segundo a Köppen e Geiger o clima é classificado como Aw. A temperatura média anual em Sinop é 25.0 °C. 1818 mm é o valor da pluviosidade média anual. O regime pluviométrico é caracterizado por período

chuvoso com média anual próxima de 2.400 mm, que está compreendido entre os meses de novembro a abril e período seco, entre os meses de maio e setembro.

3.2 LARVAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO

Os experimentos tiveram quatro meses de duração, com início em janeiro de 2020 e término de abril de 2020. Foi utilizada a lagarta *Spodoptera frugiperda*, os ovos possuem coloração verde-clara passando a alaranjado. Os ovos são colocados em massa, cerca de 100 por vez em camadas sobrepostas, na parte superior das folhas. A fase de ovo tem duração de três dias a 25°C.

- **Lagarta:** As lagartas inicialmente são claras, passando para pardo escuro a esverdeada até quase preta. Iniciam sua alimentação pela casca dos próprios ovos e depois raspam as folhas mais novas da planta. No final da fase, a larva chega a atingir 50 mm de comprimento. É comum encontrar apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho devido ao canibalismo. Porém, podem ser encontradas larvas em diferentes instares dentro de um mesmo cartucho. O período de lagarta varia de 12 a 30 dias e ocorre dentro do cartucho da planta.
- **Pupa:** Quando completamente desenvolvida, a lagarta sai do cartucho e penetra no solo, onde se transforma em pupa com aproximadamente 15 mm de comprimento. Esta possui coloração avermelhada ou amarronzada. A fase tem em média duração de 10 a 12 dias em média.
- **Adulto:** A mariposa mede cerca de 35 mm de envergadura e coloração das asas anteriores parda-escuras e posteriores branca-acinzentadas, com pontos claros na região central de cada asa. A longevidade do adulto é de cerca de 12 dias. O ciclo completo do inseto é de pouco mais de 30 dias

3.3 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Os testes foram feitos em laboratório, no dia 25/02/19. Inicialmente, foi escolhido o meio de cultura para fazer o crescimento dos *Bacillus thuringiensis*, foi usado o meio Embrapa, cuja a composição é Extrato de levedura, KH_2PO_4 , Nutriente broth e soluções de sais: (CaCO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ e $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) o pH foi ajustado em 7, a mistura foi autoclavada por um período de 30 minutos a 120 °C, foi adicionado nos frascos de Erlenmeyer contendo o meio, 5 ml do *B. thuringiensis*, para cada 50 ml de meio Embrapa, no qual as 5 ml foi submetida a choque térmico durante 12 minutos aquecendo a 80°C e 5 minutos no gelo, assim feito a inoculação foi deixada no shaker em 72 horas a 28°C e 200 RPM.

Após o produto pronto, foi realizado o teste de qualitativo conforme indicado na Tabela 1, de difusão em meio sólido, preparado em meio NA que é um meio enriquecido a base de Meat extract 1.0 g, Extrato de levedura 2.0 g, Peptona 5.0 g, Sodium Chloride 5.0 g e 15 g de Agar, é um meio muito utilização para fazer plaqueamento de diversas bactérias, o meio foi vertido nas placas de Petri; esperou-se secar 100%, foi finalizado o procedimento com as placas contendo NA e inoculado 100 microlitros de *Bacillus thuringiensis* e espalhado com a alça de Drigask, aguardou-se 5 minutos, e com o auxílio de uma ponteira P1000 estéril foi feito quatro poços (em formato decruz) no ágar ao redor do disco contendo o inóculo, mantendo uma distância de 5-10 mm da borda da placa; dentro dos poços foi inoculado 50 microlitros de Lanete® (Metomil), Mancozebe, Mertin, Fox, Prisma, Status, Acefato e Benzoato, cada produto separadamente de acordo com a recomendação da dosagem em calda as placas foram colocadas de à 4° C até o produto difundir no Agar (aproximadamente 30 min); depois incubadas à 28 °C por 10 dias; objetivo foi observar o crescimento ou não da colônia e a formação de halo de inibição sob efeito do químico.

Tabela 1. Descrição do experimento

Produto	Categoria	Dose (L ou g/ha) Recomenda	Volume de calda (L/ha)
Lannate (Metomil)	Inseticida	1 – 1,2	250
Mancozebe	Fungicida	1,5 – 2	250
Mertin	Fungicida	0,4	250
Fox	Fungicida	0,4	250
Prisma	Fungicida	0,4	250
Status	Fungicida	0,5	250
Acefato	Inseticida	1 – 1,5	250
Benzoato	Inseticida	0,063 – 1,125	250

Fonte: ARQUIVO PRÓPRIO

O experimento foi realizado dia 19/03/2020, no qual foi quantitativo. Primeiramente o inóculo foi preparado, contendo 3 tirinhas de *Bacillus Thuringiensis*, em 600 ml de meio Embrapa, a solução foi deixada por 72 horas no shaker a 200RPM e 28 °C. Em seguida foi realizado o plaqueamento para verificar a concentração em UFC, no qual o resultado foi nas diluições : (-6) 2,28x10⁹, (-7) 1,73x10¹⁰ e (-8) 3,8 x10¹⁰, assim verificando as concentrações e o nível de pureza do inóculo, passamos para a segunda etapa verificar se o B.T é compatível em calda com o produto comercial Lannate (metomil), para isso usamos 6 doses diferentes: (0,05, 0,1, 0,12, 0,3, 0,5 e 0,7) lembrando que a calda é 250 ml, feito a mistura da calda a base de *Bacillus thuringiensis* com Lannate, foram submetidos ao shaker por um determinado tempo, portanto foi realizado a avaliação em UFC, para verificar se o químico houvesse inibido ou não crescimento do B.T

3.3.1 Teste eficiência na lagarta em folhas de girassol

Tendo o produto feito à base de *Bacillus thuringiensis* foi realizado o teste em lagarta *Spodoptera frugiperda*, no qual já tínhamos uma criação dela em laboratório em dieta de folha, foram usados 5 lagarta em 5 tratamentos diferentes, o primeiro 1.2 ml de Metomil em 248,8 ml de H₂O visando no final a calda, comparando como se fosse a calda que usamos no pulverizador, 2 tratamento: 1 ml de B.T em 249 ml de H₂O, 3 tratamento 1ml de B.T mais 0,6 ml de Metomil e 248,4 ml de H₂O, 4 tratamento 2 ml de B.T mais 248 ml de H₂O, e finalizando com a testemunha, feito as caldas deixamos em torno de 30 minutos no shaker a 200 RPM, após esse procedimento foi pulverizado a calda nas folhas de girassol, secas as folhas foram colocadas em pote contendo a lagarta, foi realizado o monitoramento de 12,24,48,72 e 96 horas.

3.3.2 Teste eficiência na lagarta em Dieta

Esse teste foi realizado para confirmar a mortalidade da lagarta com *Bacillus thuringiensis* em dieta, realizado dia x , foi utilizado a mesma calda que fizemos no teste de inibição em meio líquido , com as mesmas dosagens: (0,05 , 0,1 , 0,12 , 0,3 , 0,5 e 0,7) , o teste foi feito em dieta: Feijão cru triturado, Levedo de cerveja, Gérmen de trigo, Agar- Agar e água destilada, foi autoclavada a dieta a 120°C durante 15 minutos, após resfriar um pouco adicionamos ácido ascórbico , e pôr fim a mesma foi vertida em placas de 24 poços, o procedimento foi realizado em cabine de proteção, após verter, as placas foram deixadas a UV por 10 minutos, após 24 horas foi inoculado 35 microlitros de calda em cada pocinho, depois de 30 minutos foi colocado as lagartas, e foi realizado o monitoramento de 12,24,48,72 e 96 horas

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os testes foram conduzidos em triplicata sob um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software R (www.r-project.org).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo do primeiro teste foi verificar se teria ou não a formação dos halos, os diâmetros dos halos de inibição do crescimento bacteriano ao redor de cada amostra são mensurados em milímetros. Estes são relacionados à sensibilidade da amostra bacteriana e à velocidade de difusão do antimicrobiano no ágar. Quando os halos de inibição são correlacionados aos valores logarítmicos da CIM pela análise de regressão linear, encontra-se uma relação linear consistente demonstrando que o halo de inibição é inversamente proporcional à CIM daquele antimicrobiano.

4.1 Teste de compatibilidade (Qualitativo)

Esse teste, como citado foi qualitativo, os demais produtos foram usados para verificar se teríamos ou não compatibilidade, foram testados: Lannate, Mancozebe, mertin, Fox, Prisma, Status, Acefato e Benzoato cada de acordo com sua dose recomendada. Normalmente o agricultor utiliza mistura de produtos em tanque de pulverização devido à inviabilidade econômica de aplicar os agrotóxicos individualmente e ao alto custo operacional (GONÇALVES, 2020).

Os ingredientes ativos dos produtos Mertin, mancozebe, prisma, status nas concentrações recomendadas, prejudicaram substancialmente o crescimento de *B. thuringiensis*, sendo incompatíveis com o desenvolvimento de unidades formadoras de colônia, já os princípios ativos dos produtos Lannate (metomil), Acefato e Benzoato são compatíveis, assim não formando halo, e permitindo que o microrganismo cresça de forma bem homogênea e espalhada na placa de petri, de acordo com a Tabela 2.

Verificou-se no artigo compatibilidade, efeitos letais e subletais de misturas de bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* e inseticidas em *Chrysodeixis includens*, realizado por (Gonçalves 2020) ela cita Veiga (2014) avaliou a compatibilidade de Bt bioinseticidas (Dipel®, Agree® e Xentari®) e inseticidas no controle de Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelsechiidae). Nenhum inseticida afetou o crescimento e esporulação do Bt, sendo que o Tracer® e Azamax® promoveram aumento do tamanho das colônias bacterianas. Da mesma forma, Amizadeh et al. (2015) constataram que somente o inseticida metaflumizone, prejudicou o desenvolvimento in vitro do Bt kurstaki.

Os autores enfatizaram que o Bt pode, inclusive utilizar o inseticida como fonte de nutrientes para o seu crescimento, corroborando com os dados obtidos por Veiga (2014) Veiga (2014) avaliou a compatibilidade de Bt bioinseticidas (Dipel®, Agree® e Xentari®) e inseticidas no controle de Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelsechiidae). Nenhum inseticida afetou o crescimento e esporulação do Bt, sendo que o Tracer® e Azamax® promoveram aumento do tamanho das colônias bacterianas. Da mesma forma, Amizadeh et al. (2015) constataram que somente o inseticida metaflumizone, prejudicou o desenvolvimento in vitro do Bt kurstaki.

Agostini et al. (2014) avaliaram a compatibilidade dos bioinseticidas Dipel® e Agree® com o herbicida glifosato em cinco concentrações (1,00; 1,25; 1,50; 2,00 e 2,5 L ha⁻¹). A compatibilidade nesse caso foi expressa pelo crescimento bacteriano e, em nenhuma das concentrações foi constatado algum crescimento bacteriano. Portanto, foi constatado alto grau de incompatibilidade entre o herbicida e os bioinseticidas testados.

Abdullah (2019) constatou compatibilidade de bioinseticida a base de Bt (Dipel®) e os inseticidas clorfenapire, cipermetrina e metomil quando avaliado o crescimento de colônias

in vitro e o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em condições de laboratório.

Azambuja (2006), em laboratório, concluiu que os produtos químicos fipronil, azoxistrobina, quincloraque, glifosato, propanil e pirazosulfuron-etil não interferiram no crescimento de *B. thuringiensis* nem de *Bacillus sphaericus* (Bacillales: Bacillaceae).

Ressaltando esse padrão, Batista Filho *et al.* (2001) estudaram a compatibilidade do tiametoxam e *B. thuringiensis* (Dipel®), aplicados em lavouras de feijão, revelando que o inseticida não interferiu no potencial de inóculo do entomopatógeno, assim como in vitro, recomendando a utilização do produto em conjunto com a bactéria.

Mediante citado acima, podemos verificar que existe sim a possibilidade do uso de químicos com produtos biológicos, desde que seja realizado os testes de compatibilidade e saiba posicionar os demais produtos.

De acordo com os testes realizados podemos observar na Figura 1. Teste de compatibilidade do produto químico a base de acefato (dose $1,5 \times 10^9$ UFC/ml) adicionados em uma calda de 250 L/ha. Os produtos apresentam compatibilidade pois não há formação de halo de inibição.

Tabela 2. Resumos dos produtos pesquisados

Produto	Categoria	Resultado
Lannate (Metomil)	Inseticida	Compatível
Mancozebe	Fungicida	Incompatível
Mertin	Fungicida	Incompatível
Fox	Fungicida	Incompatível
Prisma	Fungicida	Incompatível
Status	Fungicida	Incompatível
Acefato	Inseticida	Compatível
Benzoato	Inseticida	Compatível

Fonte: ARQUIVO PROPRIO

Tabela 3. Teste de inibição em meio líquido

Fator de diluição	UFC/mL	Média UFC.ml⁻¹
-6	$2,28 \cdot 10^9$	$3,80 \cdot 10^{10}$
-7	$1,73 \cdot 10^{10}$	
-8	$3,80 \cdot 10^{10}$	

Fonte: ARQUIVO PROPRIO

Tabela 4. Doses recomendadas

Dose (L/ha)	UFC/ml
Controle	2280000000
0,5	3376666667
1	3933333333
1,5	13266666667
3	22383333333
5	4846666667
7	3243333333

Tabela 3. Teste de inibição em meio líquido continuação...

Dose Metomil (mL)	Fator de diluição	UFC/mL	Média UFC/mL	Teste t-Student (p=0,05)
0,05	-6	1,83.10 ⁹	3,38.10 ⁹	
0,05	-7	1,30.10 ⁹		
0,05	-8	7,00.10 ⁹		
0,1	-6	5,80.10 ⁹	3,93.10 ⁹	
0,1	-7	3,67.10 ⁹		
0,1	-8	2,33.10 ⁹		
0,12	-6	1,70.10 ⁹	1,33.10 ¹⁰	
0,12	-7	1,91.10 ¹⁰		
0,12	-8	1,9.10 ¹⁰		
0,3	-6	1,35.10 ⁹	2,24.10 ¹⁰	
0,3	-7	9,80.10 ⁹		
0,3	-8	5,60.10 ¹⁰		
0,5	-6	2,40.10 ⁸	4,85.10 ⁹	
0,5	-7	6,60.10 ⁹		
0,5	-8	7,70.10 ⁹		
0,7	-6	2,16.10 ⁹	3,24.10 ⁹	
0,7	-7	2,87.10 ⁹		

Fonte: ARQUIVO PROPRIO

Nesse resultado usamos 6 doses diferentes de metomil (0, 5, 1, 1,5, 3, 5 e 7) Tabela 3. Juntamente com o *Bacillus thuringiensis*, e percebemos que não houve diferença significativa entre os tratamentos, e novamente confirmando a compatibilidade do metomil com microrganismo, o mesmo manteve uma boa concentração de UFC por ml, no início no produto puro contendo somente B.t a concentração encontrava-se em $2,28 \times 10^9$ na diluição (-6), na (-7) $1,7 \times 10^{10}$ e pôr fim a diluição (-8) $3,80 \times 10^{10}$, quando o produto misturado em calda com o

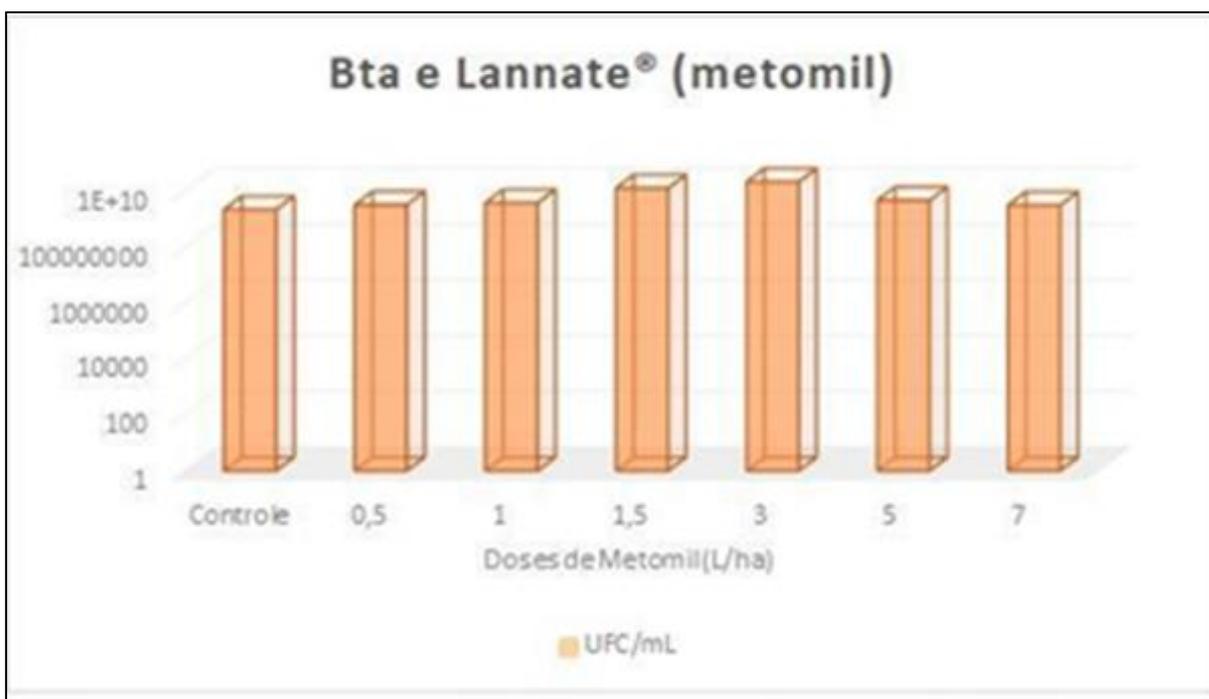
metomil de acordo com as recomendações de doses, as UFC se mantiveram nos fatores: (-6) $2,28 \times 10^9$, (-7) $1,73 \times 10^{10}$ e (-8) $3,8 \times 10^{10}$.

Diante desse teste podemos discutir que se o produto (metomil) realmente fizesse o *Bacillus thuringiensis* cair as concentrações quando misturados, poderíamos alegar que sim os dois não seriam compatíveis, no entanto quando em contato os dois produtos não afetaram o crescimento do microrganismo alvo.

As vantagens de fazermos testes *in vitro* em laboratório é que conseguimos obter resultados rápidos e expor ao máximo o microrganismo à ação do produto químico, fato que não ocorre em condições de campo, onde vários fatores servem de obstáculo a essa exposição (Clima, solo, outros microrganismos).

Outro trabalho onde o autor faz testes de compatibilidade com produtos biológicos concluíram que o Thiametoxam e oxicloreto de cobre, em ambas as concentrações, e thiabendazole, na menor concentração, são compatíveis com *Metarhizium anisopliae*. (CINTRA 2004). Ou seja, a dosagem é extremamente importante na hora de posicionar o produto.

Gráfico 1. Bta + Metomil



Fonte: ARQUIVO PROPRIO

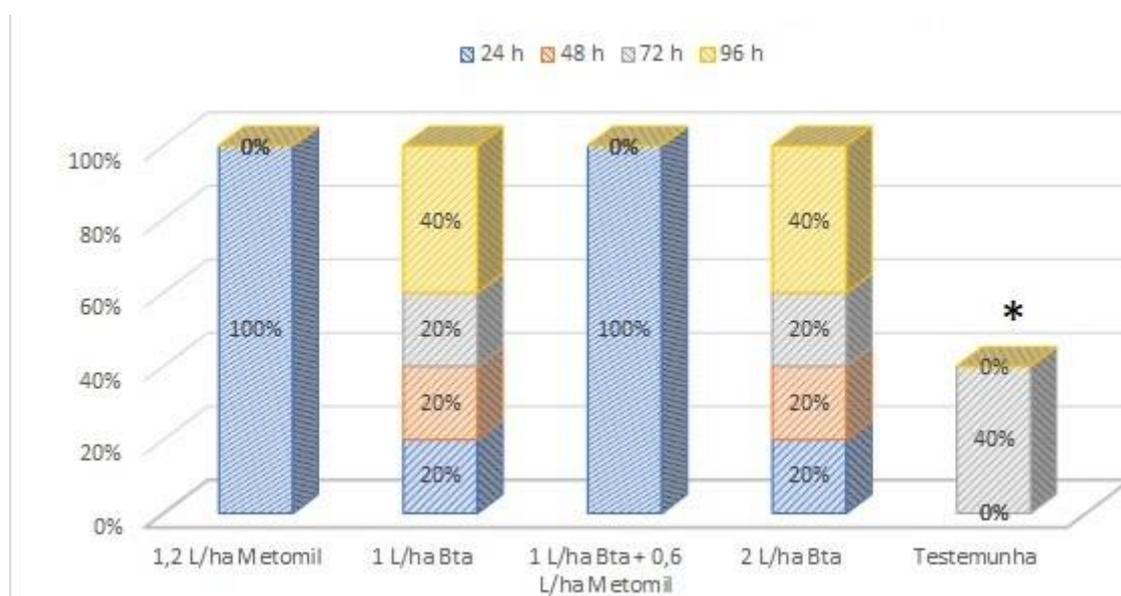
Tabela 5. Teste de eficiência na lagarta em folha de Girassol

Produto	Repetição	24 h	48 h	72 h	96 h
1.2 Metomil	1	M	M	M	M
	2	M	M	M	M
	3	M	M	M	M
	4	M	M	M	M
	5	M	M	M	M
1 L Bta	1	V	V	M	M
	2	M	M	M	M
	3	V	V	V	M
	4	V	V	V	M
	5	V	M	M	M
1 L Bta+0.6 Metomil	1	M	M	M	M
	2	M	M	M	M
	3	M	M	M	M
	4	M	M	M	M
	5	M	M	M	M
2 L Bta	1	V	V	V	M
	2	V	M	M	M
	3	V	V	M	M
	4	M	M	M	M
	5	V	V	V	M
Testemunha	1	V	V	M	M
	2	V	V	V	V
	3	V	V	V	V
	4	V	V	M	M
	5	V	V	V	V

Fonte: ARQUIVO PROPRIO

Neste teste foi utilizado 4 doses diferentes misturando o metomil com o *Bacillus thuringiensis*, (1,2 L de B.t) , (1L B.t) , (0,6 L de metomil) e (2 L de B.t) de acordo com a Tabela 4. O produto foi aplicado na folha de girassol, e dado para as lagartas comerem, e obtivemos um ótimo resultado quando misturou 1 litro de Bta com 600 ml de metomil, com 24 horas 100 % das lagartas morreram, contendo somente o Metomil em 24 horas as lagartas morreram, como é o esperado, 1 litro de Bta demorou 96 horas para alcançar a mortalidade de 100 %, e quando aumentamos a dose para 2 Litros de b.t a se manteve o mesmo resultado com a de 1 litro, a taxa de mortalidade foi a mesma. De acordo com Polanczyk (2000), alguns métodos, isoladamente ou em conjunto, conseguem o controle satisfatório de *S. frugiperda*. Dentre os agentes entomopatogênicos utilizados no controle biológico de lepidópteros-praga, a bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) tem ganhado atenção especial como método alternativo. Ou seja, se o uso somente do Metomil é eficaz o conjunto dos dois produtos, nos mostra a capacidade em resultados que vamos obter além de ser mais sustentável, evitando altas contrações dos químicos no campo, com isso fazendo com que as lagartas se tornem mais seletivas.

Gráfico 2. Bta + Metomil: *Spodoptera frugiperda*



Fonte: AUTORIA PROPRIA

Tabela 6. Teste de Lagarta em Dieta

Teste em lagarta <i>Spodoptera Frugiperda</i>	Dose	M48h	M72h	M 96h
24 Lagartas cada tratamento	0,5 – 0,05 ml	100%	-	-
35 microlitros	1 – 0,1 ml	100 %	-	-
	1,2 – 0,12 ml	100 %	-	-
	3 – 0,3 ml	100 %	-	-

5 – 0,5 ml	100 %	-	-
7 – 0,7 ml	100 %	-	-
Testemunha	0 %	0 %	0 %
BTA	75 %	85 %	100 %
Metomil	100 %	-	-

M48= Mortalidade em 48 horas; M72h= Mortalidade em 72 horas; e M96h = Mortalidade em 96 horas,
 Fonte: ARQUIVO PROPRIO

O teste em dieta de *Spodoptera frugiperda*, usamos 6 doses Tabela 5, no qual foi preparado em calda, depois inoculado 35 microlitros na dieta e exposto a lagarta para se alimentar, percebemos que nas 6 doses de mistura do metomil com o *B. thuringiensis* obtivemos mortalidade 100 % em 48 horas, e 100 % de mortalidade do produto contendo somente B.t depois de 96 horas, sou seja só o produto a base do microrganismo mata porém leva um tempo maior, já a incorporação dos dois produtos leva um tempo menor e otimiza a aplicabilidade em campo, além de reduzir custos. De acordo com Valicente *et al.*, (2004) os resultados mostraram que o *B. thuringiensis tolworthi* foi eficiente em matar larvas de *S. frugiperda* quando expostas a concentrações maiores ($500\mu\text{g ml}^{-1}$) da toxina em pó (esporo e cristal liofilizados), por um maior período (72 horas). Ou seja, vejamos que o tempo de mortalidade das lagartas é próximo, o que vai fazer a diferença são as concentrações e a forma de aplicação! No nosso caso foi feito em meio líquido a calda, porém o tempo de mortalidade está bem próximo, da realidade em campo.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de uma agricultura sustentável é uma preocupação mundial, que tem levado a busca de alternativas menos prejudiciais ao meio ambiente, como a substituição

dos pesticidas químicos por agentes de controle biológico. Os métodos biológicos ainda são pouco empregados, representando somente 1% do total utilizado no controle de insetos. Deste total, 98% correspondem ao uso de *B. thuringiensis*. Isso se deve à faixa restrita de hospedeiro, à rápida ação dos cristais protéicos contra a praga alvo e à facilidade de obtenção destes cristais, tornando economicamente viável a sua utilização.

Ficou evidente que o *Bacillus thuringiensis* é compatível com o produto Lannate, que como podemos avaliar os inseticidas Acefato e Benzoato também são compatíveis, por mais que não usamos esses dois componentes na calda, eles trouxeram uma ideia de que existe sim a compatibilidade entre químicos e biológico desde que sabemos as doses corretas quando for aplicar, e principalmente devemos sim fazer um teste de inibição (Qualitativo e Quantitativo) para assim validar

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, Reda Rady Hassan. O efeito colateral de pesticidas químicos comumente usados em entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Bacillus thuringiensis* como biopesticidas.

AGAISSÉ H.; LERECLUS D. How does *Bacillus thuringiensis* produce so much insecticidal crystal proteina. *Journal of Bacteriology*, Washington, v. 177, p. 6027-6032, 1995.

AGOSTINI, Lucas Trevisoli et al. Compatibility among insecticides, acaricides, and *Bacillus thuringiensis* used to control *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton fields. *African Journal of Agricultural Research*, v. 9, n. 11, p. 941-949, 2014.

AMIZADEH, Marzieh et al. Compatibility and interaction between *Bacillus thuringiensis* and certain insecticides: perspective in management of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biocontrol Science and Technology*, v. 25, n. 6, p. 671-684, 2015.

AZAMBUJA, A. O. Ecologia de *Bacillus* spp. em solos orizícolas e o impacto dos tratamentos fitossanitários. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação: Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos-São Leopoldo, RS. 66p.

BARBOSA, T.J.A. Efeito da aplicação de silicato de cálcio e magnésio no

desenvolvimento biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (*Zea mays*) (Poaceae). 66p Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

BATISTA FILHO, Antonio; ALMEIDA, Jose EM; LAMAS, Clóvis. Effect of thiamethoxam on entomopathogenic microorganisms. *Neotropical Entomology*, v. 30, n. 3, p. 437-447, 2001.

BELO, M. S. D. S. P., PIGNATI, W., DE CARVALHO DORES, E. F. G., MOREIRA, J. C., & PERES, F. (2012). Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 37(125), 78-88.

BIETLOT, H.P.L.; VISHNUBHATLA, I.; CAREY, P.R.; POZSGAY, M.; KAPLAN, H. Characterization of the cysteine residues and disulphide linkages in the protein crystal of *Bacillus thuringiensis*. *Biochemical Journal*, London, v.267, p.309-315, 1990.

CAMPANINI, E. B.; DAVOLOS C. C.; ALVES E. C.; LEMOS MV. Isolation of *Bacillus thuringiensis* strains that contain Dipteran-specific cry genes from Ilha Bela (São Paulo, Brazil) soil samples. *Brazilian Journal of Biology*, Jaboticabal, v. 72, p. 243-247, 2012.

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

CARVALHO, R. P. L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. 1970. 170 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba

CARVALHO, R.P.L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, E7973) e susceptibilidade de diferentes

genótipos de milho, em condições de campo. Piracicaba: ESACQUIUSP, E 970. S 70 p. Tese Doutorado.

CINTRA, ERR. Avaliação de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. para o controle de *Fidicinoides pronoe* (Hemiptera: Cicadidae) e sua compatibilidade com produtos fitossanitários utilizados na cultura do café. UNESP Botucatu: Dissertação de Mestrado, 2004.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1995. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 21), 1995.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L. J.; VASCONCELOS, C. A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) em milho. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 25, p. 293-297, 1996.

DE OLIVEIRA, A. M., MARACAJÁ, P. B., DINIZ FILHO, E. T., & LINHARES, P. C. F. (2006). Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos.

DEGRANDE, P. E. 1998. Guia prático de controle das pragas do algodoeiro. Dourados, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. 60 p.

DELANO, M., C. GONDIM, J. L. BELOT, P. SILVIE & N. PETIT. Manual de identificação das pragas, doenças, deficiências minerais e injúrias do algodoeiro no Brasil. 1999. 3. ed. Coodetec/Cirad, Cascavel, PR. 120 p. (Boletim Técnico 33).

FERRY, N.; EDWARDS, M.G.; GATEHOUSE, J.A.; GATEHOUSE, A.M.R. Plant-insect interactions: molecular approaches to insect resistance. *Current Opinios in Biotechnology USA* v. 15, p. 155-161, 2004.

GALLO, D., O. NAKANO, S. SILVEIRA-NETO, R. P. L. CARVALHO, G. C. BATISTA, E. BERTI FILHO, J. R. P. PARRA, R. A. ZUCCHI, S. B. ALVES, J. D. VENDRAMIM, L. C. MARCHINI, J. R. S. LOPES & C. OMOTO. 2002. *Entomologia agrícola*. Fealq, Piracicaba. 920 p.

GLARE, T.R.; O'CALLAGHAN, M. *Bacillus thuringiensis* Biology, Ecology and safety. Chichester: John Wiley & Sons, p. 350, 2000.

GOERGEN, Georg et al. Primeiro relato de surtos da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), uma nova praga invasora alienígena na África Ocidental e Central. *PloS one*, v. 11, n. 10, pág. e0165632, 2016
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0165632>

GONÇALVES, Kelly Cristina. Compatibilidade, efeitos letais e subletais de misturas de bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* e inseticidas em *Chrysodeixis includens*. 2020.

HERRNSTADT, C.; SOARES G. G.; WILCOX E. R.; EDWARDS D. L. A. New Strain of *Bacillus thuringiensis* with activity against Coleopteran Insects. *Biotechnology*, New York, v.

4, p. 305- 308, 1986

HÖFTE, H.; WHITELEY, H.R. Insecticidal Crystal Proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiological Reviews*, Washington, v.53, p.242-255, 1989.

KNOWLES, B. H. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal endotoxins. *Advances in Insect Physiology*. San Diego, v.24, p.275-308, 1994.

KRIEG, A., HUGER, A.M., LANGENBRICH, G.A. & SCHNETTER, W. *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*: ein neuer, gegenüber Larven Coleopteran wirksamer Pathotyp. *J. Appl. Entomol.* 96:500-508.1981.

KRIEG, A.; LANGENBRUCH G. A. Susceptibility of Arthropod Species to *Bacillus thuringiensis*. In: BURGESS, H. D. (Ed.). *Microbial control of insects and mites*. London: Academia Press, 1981. p. 837 – 896

LAMBERT, B.; PEFEROEN, M. Insecticidal Promise of *Bacillus thuringiensis*. *Bioscience*, v. 42, n. 2, p. 112-122, 1992.

LANDERS, J. N.; DE OLIVEIRA, H. N. Controle biológico: o próximo pulo do gato. *Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2018.

MORAES, A.R.A.; LOURENÇÃO, A.L.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Resistência de híbridos de milho convencionais e isogênicos transgênicos a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bragantia*, Campinas, v.74, n. 1, p. 50-57, 2015.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: an overview. *Sci. agric*, v. 71, n. 5, p. 420- 429, 2014.

PARRA, J. R. P. Situação atual e perspectivas do controle biológico, através de liberações inundativas no Brasil. *Pesq. agropec. bras.*, v. 27, p. 271- 279, 1992.

PERUCA, R.D. Consumo alimentar e biologia de *Spodoptera frugiperda*(J. E. Smith, 1797) (Noctuidae) alimentada com folhas de soja, submetidas à herbivoria prévia.

Dissertação programa de Pós-graduação stricto sensu Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária. Universidade Católica Dom Bosco, 2015.

POLANCZYK, Ricardo Antonio; SILVA, Rogério Fernando Pires da; FIUZA, Lidia Mariana. Eficácia de cepas de *Bacillus thuringiensis* contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Jornal Brasileiro de Microbiologia* , v. 31, n. 3, pág. 164-166, 2000.

SANTOS W. J. 1997. Manejo integrado de pragas do algodoeiro. p. 48-71. In *Mato Grosso Autoeficiência - O algodão a caminho do sucesso*. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária do Mato Grosso, Rondonópolis, MT. 107 p. (Boletim de Pesquisa 01).

SANTOS, W. J. 2001. Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro. p. 181-226. In *Algodão – Tecnologia de produção*. Embrapa Agropecuária Oeste / Embrapa Algodão, Dourados, MT. 296 p

SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; RIE, J.V.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; FEITELSON, J.; ZEIGLER, D.R.; DEAN, D.H. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiology and Molecular Biology Review*, Washington, v. 62, p. 775-806, 1998

SILVA, A. B da; BRITO, J. M de. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. *Revista Agropecuária Técnica*, v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015.

SOUSA, W.B. Caracterização do Baculovirus *spodoptera* quanto as variações de pH e temperatura. 66p Dissertação (Pós-graduação em Inovação Tecnológica) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2015.

SPADOTTO, C. A., SCORZA JUNIOR, R. P., DORES, E. D. C., GEBLER, L., & MORAES, D. D. C. (2010). Fundamentos e aplicações da modelagem ambiental de agrotóxicos. Embrapa Territorial-Documentos (INFOTECA-E).

VALICENTE, F.H.; SOUZA, I.R.P. Cultivo e preparo de *Bacillus thuringiensis* para microscopia eletrônica de varredura. In Resumos. XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Cuiabá. p.146. 2004.

VALICENTE, FERNANDO HERCOS; FONSECA, MARTA MARTINS. Susceptibilidade da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, a diferentes isolados de *Bacillus thuringiensis*. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 3, n. 01, 2004.

VEIGA, Ana Carolina Pires. Compatibilidade entre produtos químicos e biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* Berliner no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). 2014.

VILAS-BÔAS, G.T.; PERUCA, A.P.S.; ARANTES, O.M.N. Biology and taxonomy of *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis* and *Bacillus thuringiensis*. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v. 53, n. 1, p. 673-687, 2007.

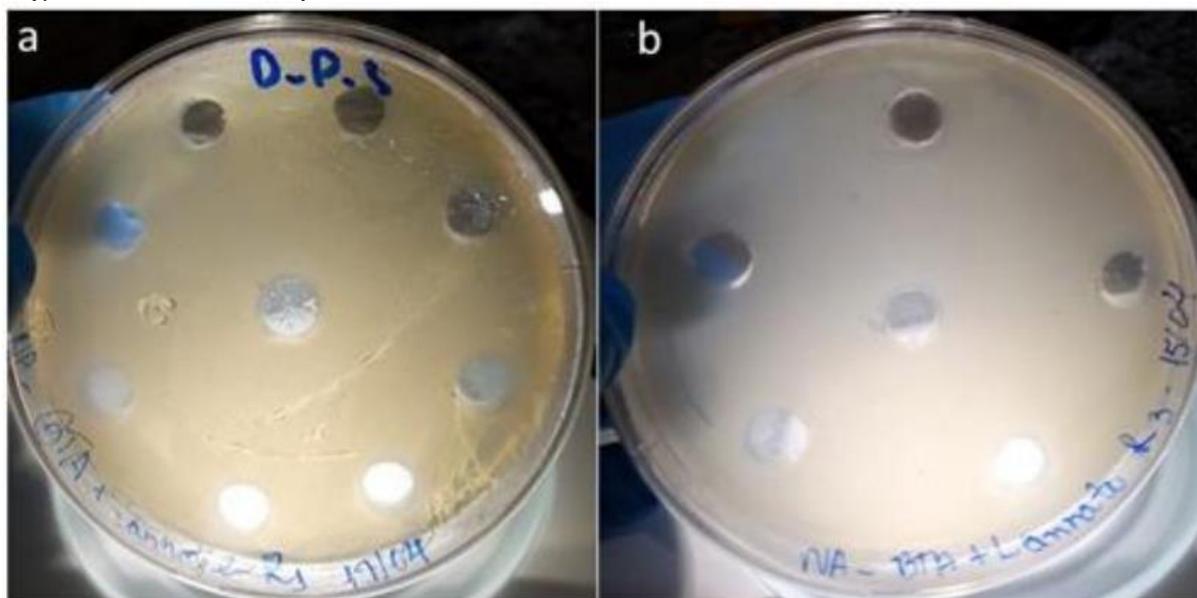
APENDICE

Figura 1. Teste de compatibilidade Acefato + Bta



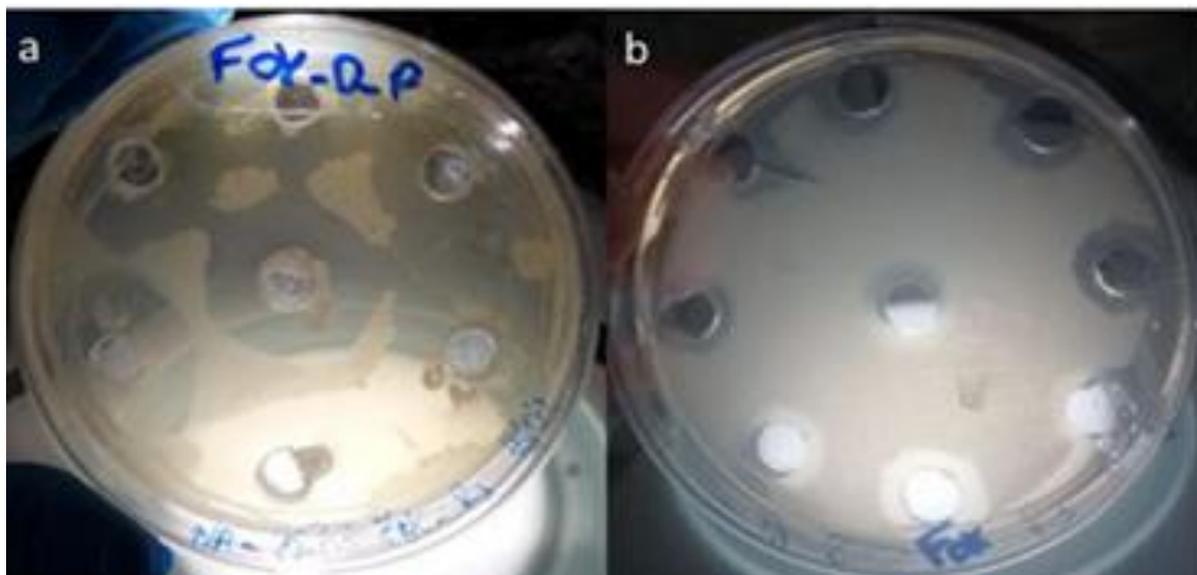
Fonte: AUTORIA PROPRIA

Figura.3 Teste de compatibilidade Lannate + Bta



Fonte: AUTORIA PROPRIA

Figura .4 Teste de compatibilidade Fox + Bta



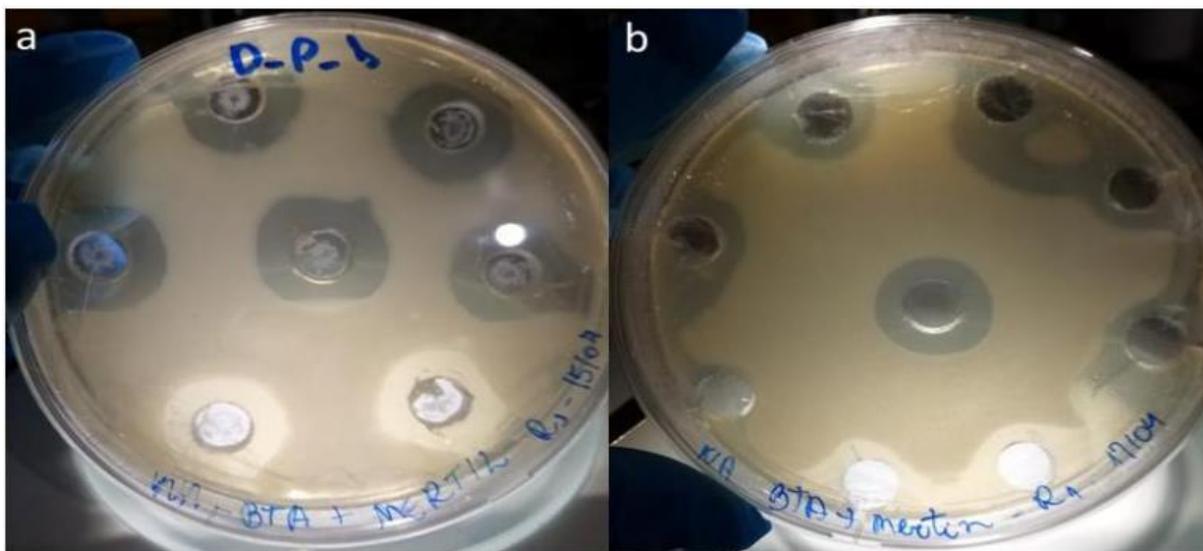
Fonte: AUTORIA PROPRIA

Figura 5. Teste de compatibilidade Maconzebe + Bta



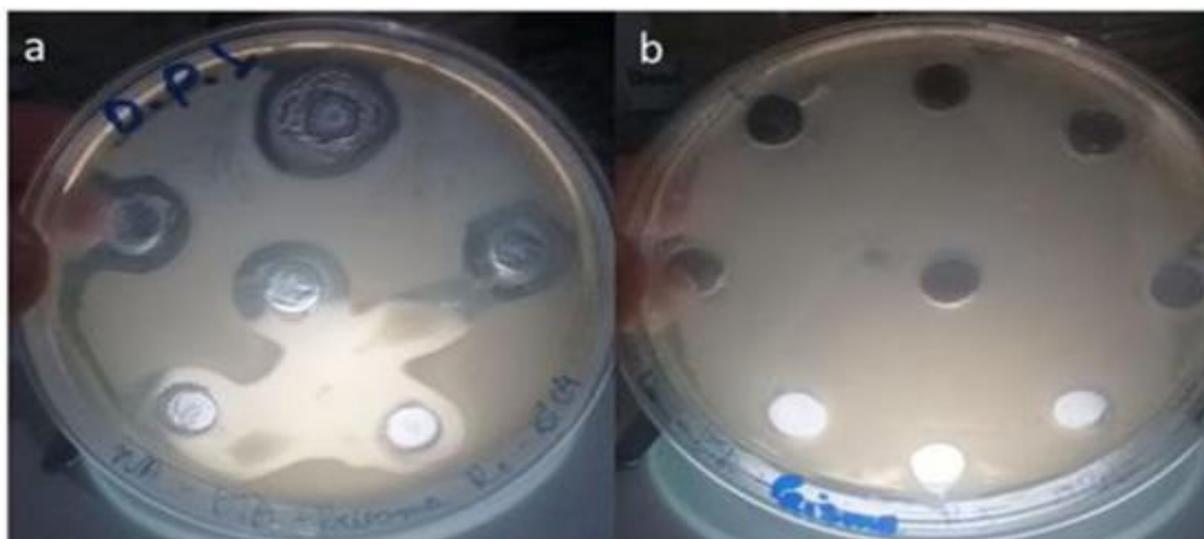
Fonte: AUTORIA PROPRIA

Figura 6. Teste de compatibilidade Mertin + Bta



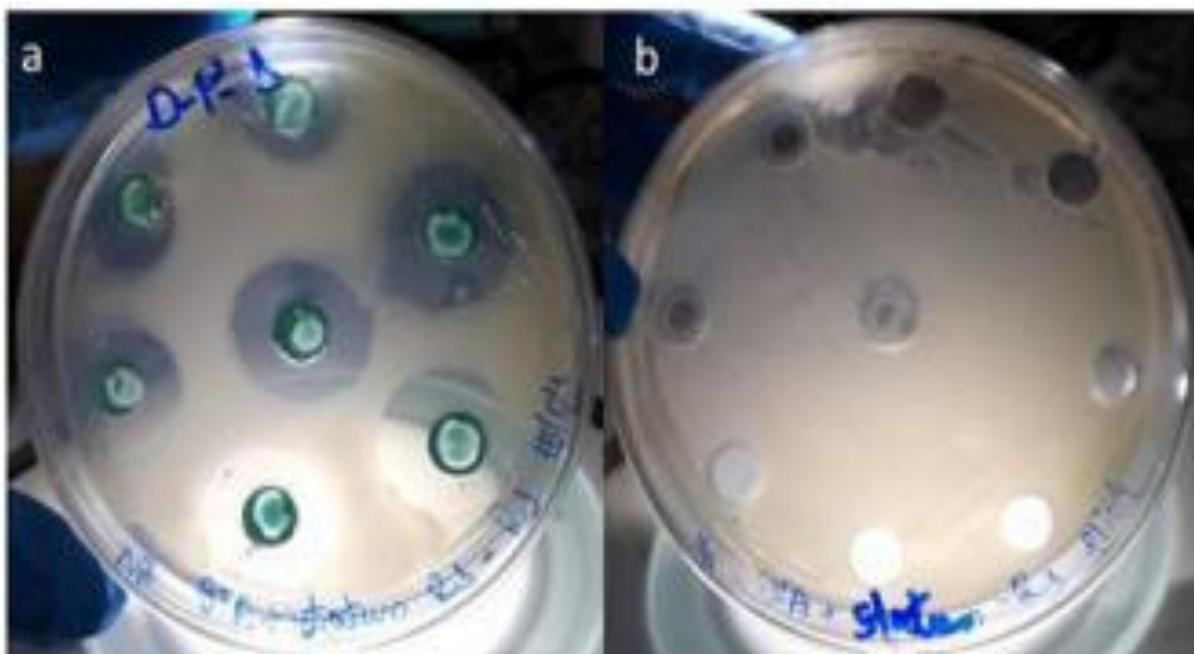
Fonte: AUTORIA PROPRIA

Figura 7. Teste de compatibilidade Prisma + Bta



Fonte: AUTORIA PROPRIA

Figura 8. Teste de compatibilidade Status + Bta



Fonte: AUTORIA PROPRIA