

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

MARCOS WILLIAM PEDROSO MENGHINI

**ATIVIDADE DO INSETICIDA BENZOATO DE EMAMECTINA (Proclaim 50 WG, 50
g do i.a./Kg), NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E NA SELETIVIDADE AOS INIMIGOS NATURAIS
NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*).**

Ilha Solteira

2022

MARCOS WILLIAM PEDROSO MENGHINI

ATIVIDADE DO INSETICIDA BENZOATO DE EMAMECTINA (Proclaim 50 WG, 50 g do i.a./Kg), NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E NA SELETIVIDADE AOS INIMIGOS NATURAIS NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*).

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Geraldo Papa
Orientador

Ilha Solteira
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

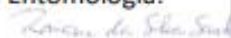
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M544a Menghini, Marcos William Pedroso.
Atividade do inseticida benzoato de emamectina (Proclaim 50 WG, 50 g do i.a./Kg), no controle de *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e na seletividade aos inimigos naturais na cultura do milho (*Zea mays* L.). / Marcos William Pedroso Menghini. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
24 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Geraldo Papa
Inclui bibliografia

1. Manejo integrado de pragas. 2. Manejo fitossanitário. 3. Entomologia.


Raiane da Silva Santos

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Atividade do inseticida benzoato de emamectina no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) e na seletividade aos artrópodos benéficos na cultura do milho

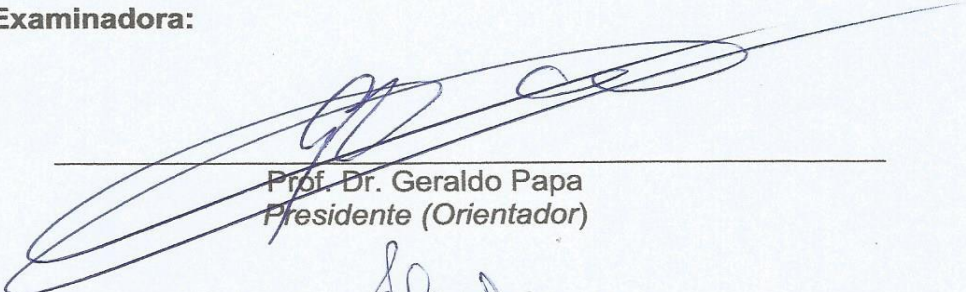
ALUNO: *Marcos William Pedroso Menghini*

RA:

ORIENTADOR: Geraldo Papa

Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora com Nota: 9,0

Comissão Examinadora:



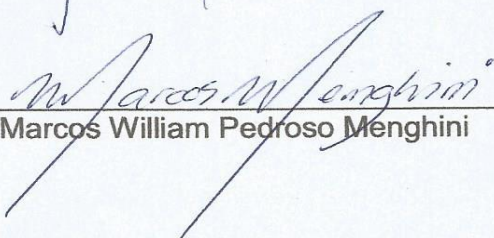
Prof. Dr. Geraldo Papa
Presidente (Orientador)



Prof. Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann



Me. João Antônio Zanardi Júnior



Marcos William Pedroso Menghini

Ilha Solteira, 08 de fevereiro de 2022.

DEDICATÓRIA

Aos meus avós, Albani e Marcelo, aos meus pais, Melissa e Marcos, às minhas irmãs Isadora e Sofia e à minha namorada Karen, que nunca mediram esforços para me apoiar em toda minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre comigo me abençoando aonde quer que eu estivesse.

Aos meus amados avós, pais e irmãs por serem sempre meu esteio nos momentos de fraqueza, e motivos de minha alegria nas horas de serenidade.

À minha namorada e amiga Karen que me ajudou a vencer todos desafios que surgiram sendo sempre fonte de apoio, amor e exemplo de perseverança.

Ao professor Geraldo Papa e doutorando João Zanardi (Xumbrega) pela orientação, amizade, incentivo e puxões de orelha nos anos de trabalho juntos. Todos os contemporâneos estagiários do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Fronha, Mangueira, Sussa, Garça, Caipira, Pestana, Catota, Perturbado, Sud, Matraca, Perdigão, Xina, Avurso, Mastite, Iskisito, Papa-Chuva, Meia, Tramela, Noemi, Múmia, Sodoku, Sturt, e à técnica de Laboratório Cris.

À honorável Universidade Estadual Paulista – UNESP - Campus de Ilha Solteira, todo seu corpo docente, técnico e administrativo, que permitiram que meus estudos fossem concluídos com sucesso e qualidade, em especial aos funcionários da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão – Cerrado pelo apoio em todos os trabalhos ali desenvolvidos.

Aos irmãos e irmã da República Dz7 Alqueires: Rabudano, Pedro, Carlão, Silvão, Tromba, Pingo, Dory, Coice, Sud, Papa-Chuva, Moana e Greg que infelizmente não está mais conosco, mas que carregaremos para sempre em nossos corações, pelas noites boêmias e suporte nas horas de dificuldade.

Aos companheiros da 52ª turma de Engenharia Agrônômica da Unesp de Ilha Solteira, em especial para Maria, Helena, Perdido e Sodoku que me ajudaram de diversas maneiras a conseguir aprovação em várias disciplinas.

À banca examinadora por dedicar parte de seu tempo para avaliar este trabalho e fazer parte deste momento importante.

À GDM Seeds, empresa que me selecionou para ser estagiário do departamento de Desenvolvimento de Produtos colaborando com a formação de meu caráter e profissionalização.

Obrigado.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.”

(Ayrton Senna da Silva)

RESUMO

A cultura do milho é um dos principais cereais cultivados, utilizado na alimentação humana, animal e produção de bioenergia. A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é um inseto com grande potencial destrutivo, podendo gerar uma queda de produção média de 34% apenas por danos de desfolha, além de diminuir o estande plantas se presente na palhada e perdas das estruturas reprodutivas da planta. Um produto recentemente introduzido no Brasil para o controle de *S. frugiperda* é o inseticida Proclaim 50 WG, 50 g do i.a. Kg⁻¹. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência no controle de *S. frugiperda* e a seletividade do inseticida benzoato de emamectina (Proclaim 50) sobre artrópodos benéficos na cultura do milho. O delineamento foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos e doses (g ou mL do p.c ha⁻¹) constaram de uma aplicação de: Benzoato de emamectina (Proclaim 50) a 250 e 300, Espinetoram (Exalt) a 75, Metomil (Lannate BR) a 1000, testemunha (tratamento de choque com mistura de profenofós + cipermetrina) e testemunha absoluta. Foram realizadas avaliações com uma hora, um, três e sete dias após aplicação, contando-se o número de artrópodos benéficos caídos sobre 3 m² de lona estendida sobre o solo de três entrelinhas por parcela antes da aplicação. Os artrópodos foram agrupados de acordo com sua família e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F, comparando-se as médias pelo teste de Tukey (5%). A classificação dos inseticidas quanto à toxicidade aos inimigos naturais foi realizada segundo a escala da International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants – IOBC (2006). Para eficiência do inseticida, foram realizadas avaliações aos 1, 3, 7, 10, e 16 dias após aplicação dos tratamentos em 20 plantas por tratamento contando o número total de lagartas. Os inseticidas Proclaim (250 g ha⁻¹) e Exalt (75 mL ha⁻¹) foram considerados não-tóxicos ou levemente tóxicos (seletivos) para os artrópodos benéficos na cultura do milho. O inseticida Lannate BR (1000 mL ha⁻¹) se mostrou tóxico (não seletivo) para a maioria das famílias. O tratamento Proclaim (300 g ha⁻¹) foi considerado tóxico apenas para a família Tachinidae, sendo seletivo para as demais, além de obter a maior porcentagem de eficiência no controle da lagarta-do-cartucho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., manejo integrado de pragas, predadores.

ABSTRACT

The corn crop is one of the main cultivated cereals, due to its easy adaptation, chemical composition and nutritional value, used in human, animal and bioenergy production. A crop produced all over the world hosts a wide range of pest insects, such as the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, an insect with great destructive potential, generating a drop in production of around 34%, caused only by damage caused by defoliation. An important tool is chemical control. A new insecticide recently registered in Brazil for the control of *S. frugiperda* is emamectin benzoate. The present work had as objective to evaluate the efficiency in the control of *S. frugiperda* and the selectivity of the insecticide benzoate of emamectin, on beneficial arthropods in the corn crop. A randomized block design with six treatments and four replications was used. The treatments and doses (g or mL of c.p. ha⁻¹) consisted of one application: Emamectin Benzoate (Proclaim 50) at 250 and 300, Espinetoram (Exalt) at 75, Methomyl (Lannate BR) at 1000, Control (knockdown treatment with a mixture of profenophos + cypermethrin) and absolute control. Evaluations were carried out at one hour, one, three and seven days after application, counting the number of beneficial arthropods fallen on 3 m² of canvas stretched on the ground three rows per plot before application. The arthropods were grouped according to their family and the results were submitted to analysis of variance using the F test, comparing the means using the Tukey test (5%). The classification of insecticides in terms of toxicity to natural enemies was carried out according to the scale of the International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants - IOBC. For insecticide efficiency, evaluations were carried out at 1, 3, 7, 10, and 16 days after application of treatments in 5 plants per plot, counting the total number of caterpillars. Proclaim insecticides at 250 g ha⁻¹, Exalt at 75 mL ha⁻¹ were considered non-toxic or slightly toxic (selective) for beneficial arthropods in maize. The insecticide Lannate BR at 1000 mL ha⁻¹ was toxic (non-selective) for most families. The Proclaim treatment at 300 g ha⁻¹ was considered toxic only for the Tachinidae family, being considered selective for the others, in addition to obtaining the highest percentage of efficiency on the control of fall armyworm.

Keywords: *Zea mays*, Integrated Pest Management, Predators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Alteração do nível de equilíbrio populacional da praga-secundária para praga-chave em decorrência do desequilíbrio causado por aplicações de agrotóxicos não seletivos que eliminam os artrópodos benéficos (inimigos naturais)	23
Figura 2	- Local de realização do experimento, Selvíria, MS. 2020.....	25
Figura 3	- Escala paramétrica de Davis (DAVIS <i>et al.</i> , 1992), Selvíria, MS. 2020.....	28
Figura 4	- Presença de lagartas (a), joaninhas (b) e crisopas (c) na cultura do milho, Selvíria, MS. 2020.....	29
Figura 5	- Área amostral de inimigos naturais no interior da parcela (a) e inimigos naturais coletados nas áreas (b), Selvíria, MS. 2020.....	29
Figura 6	- Recolhimento das lonas (a) e identificação dos insetos benéficos (b), Selvíria, MS. 2020.....	30
Figura 7	- Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Syrphidae. Número de insetos da família Syrphidae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020.....	33
Figura 8	- Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Coccinellidae. Número de insetos da família Coccinellidae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020.....	34
Figura 9	- Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Tachinidae. Número de insetos da família Tachinidae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020....	35
Figura 10	- Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Anthocoridae. Número de insetos da família Anthocoridae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020.....	35

- Figura 11** - Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Geocoridae. Número de insetos da família Geocoridae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020..... 36
- Figura 12** - Avaliação da eficiência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Porcentagem de eficiência no controle da *Spodoptera frugiperda* aos, 1, 3, 7, 10 e 16 dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020..... 38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Tratamentos e doses aplicados via pulverização foliar no milho para avaliação de seletividade. Selvíria, MS. 2020.....	26
Tabela 2	- Tabela de classificação segundo a escala da International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants – IOBC	32
Tabela 3	- Avaliação da seletividade do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50). Porcentagem de redução de artrópodos não-alvo uma hora após aplicação e classificação da seletividade. Selvíria, MS. 2020.....	37
Tabela 4	- Avaliação da eficiência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Número total de lagartas em 20 cartuchos por tratamento aos 1, 3, 7, 10 e 16 dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020.....	37

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
FEPE	Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão
IOBC	International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MIP	Manejo Integrado de Pragas
UNESP	Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	IMPORTÂNCIA DO MILHO NO BRASIL.....	16
2.2	LAGARTA-DO-CARTUCHO, <i>Spodoptera frugiperda</i>	17
2.3	BENZOATO DE EMAMECTINA.....	19
2.4	SELETIVIDADE DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS.....	21
2.5	INIMIGOS NATURAIS.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1	LOCAL DA CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	24
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	24
3.3	CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE.....	25
3.4	IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS...	25
3.4.1	Característica do solo.....	25
3.4.2	Semeadura.....	25
3.4.3	Adubação.....	25
3.4.4	Controle de plantas daninhas.....	25
3.5	TRATAMENTOS E DOSES.....	26
3.5.1	Descrição dos produtos utilizados.....	26
3.5.2	Aplicação dos tratamentos.....	28
3.6	AVALIAÇÕES.....	30
3.6.1	Aplicação de inseticida de choque para avaliação.....	30
3.6.2	Seletividade.....	31
3.6.3	Eficiência.....	32
3.6.4	Análise Estatística.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5	CONCLUSÃO.....	39

REFERÊNCIAS.....	40
-------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à família Graminea/Poaceae e apresenta-se como herbácea e monóica (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

A cultura apresenta-se como um dos principais cereais cultivados e utilizados para consumo no mundo. Muito se deve à sua fácil adaptação nas mais diferentes condições ambientais, composição química e valor nutricional, sendo utilizado diretamente na alimentação humana, animal e atuando também como fonte de bioenergia (LANGE, 2006; QUEIROZ *et al.*, 2011).

No Brasil, a produção de milho concentra-se quase que totalmente em dois períodos de cultivo, o primeiro conhecido como “primeira safra”, cultivado a partir do início da primavera, e o segundo em sucessão de outras culturas de primeira safra, como a soja ou o próprio milho, cultivo conhecido como “safrinha” ou segunda safra. Nos últimos anos houve aumento significativo do cultivo do milho safrinha, onde estimam-se para safra 2020/21 aproximadamente 14,9 milhões de hectares cultivados nesse período, correspondendo a 75,2% do total cultivado (19,9 milhões de hectares) e com produção estimada em 59,4 milhões de toneladas, representando 69,4% da produção total (85,7 milhões de toneladas) (CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2021).

Um dos entraves para que a cultura não explore o máximo potencial produtivo são os insetos-praga. Dentre eles, o principal é a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), que atualmente é favorecida pelo atual modelo agrícola brasileiro, com cultivos ininterruptos e simultâneos. A praga é favorecida por conta de seu hábito polífago, alimentando-se de culturas como a soja, algodão, milho e sorgo, sobrevivendo o ano todo através de “pontes biológicas” (CRUZ, 1993; PAPA; CELOTO, 2012).

Diante do poder adaptativo da *Spodoptera frugiperda*, as cultivares com tecnologia *Bt* não têm sido suficientes para um controle efetivo da praga. Dessa forma, a adoção do controle químico é ainda uma importante ferramenta, contribuindo também para o manejo de resistência dessa espécie. (PAPA; CELOTO, 2012).

O Proclaim 50 WG, 50 g do i.a./Kg (benzoato de emamectina), foi o primeiro inseticida à base deste ingrediente ativo recentemente registrado no Brasil e é considerado de alto desempenho. Trata-se de um inseticida de origem biológica

pertencente à classe das avermectinas, agentes anti-helmínticos produzidos pelo actino-miceto *Streptomyces avermetilis*, isolado no instituto Kitasato (Japão) a partir de amostra de solo de um campo de golfe na cidade de Ito, província de Shizuoka, Japão (AGROFIT, 2018; JANSSON; DYBAS, 1998; JANSSON; LECRONE, 1991; LASOTA; DYBAS, 1991; LEIBEE *et al.*, 1995).

Já registrado para as culturas da soja, feijão, algodão e milho, o benzoato de emamectina vem demonstrando alto desempenho para o controle da lagarta-do-cartucho no milho, assemelhando-se ao controle proporcionado por inseticidas de alta performance já utilizados na cultura (AGROFIT, 2018; ALVARENGA, 2018).

Os inimigos naturais (artrópodos, vírus, fungos, entre outros), são o principal fator de mortalidade natural de pragas no agroecossistema. Ocorrendo de forma natural ou não, exercem o papel do controle biológico de insetos pragas, gerando um equilíbrio dinâmico que pode manter a população abaixo do nível de controle.

Sabe-se que em grande parte das situações, isoladamente os inimigos naturais não alcançam alta eficiência de controle, sendo inevitável o uso de inseticidas. Contudo, sem a presença deles no sistema, o equilíbrio dinâmico é quebrado, causando o descontrole de pragas e levando a aplicações sucessivas e tentativas falhas de controle (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Portanto, é importante que a seletividade dos produtos químicos aos inimigos naturais seja avaliada e discutida dentro de uma filosofia seguida pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP), o qual se busca a integração de tecnologias e ferramentas para um agroecossistema mais sustentável (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Portanto o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade do inseticida benzoato de emamectina no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* e na seletividade aos inimigos naturais na cultura do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DO MILHO NO BRASIL

O milho é uma espécie americana com origem no México, pertencente à ordem Gramineae, família Poaceae, tribo Maydeae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L., e é cultivada em diferentes partes do mundo há mais de 8.000 anos. Possui uma grande adaptabilidade, a qual o permite ser cultivado em altitudes referentes ao nível do mar até superiores a 3.600 metros, ocupa toda a América, até o limite das terras temperadas, podendo ser encontrado em climas temperados, tropicais e subtropicais (BARROS, 2014).

A cultura do milhotem grande importância no cenário mundial, tendo como característica o alto valor econômico, devido à ampla versatilidade dessa cultura, sendo importante na agricultura nacional e na balança comercial, possuindo papel importante para as relações socioeconômicas em várias regiões do mundo (MODESTO, 2014). O cereal possui alto valor nutritivo, sendo consumido *in natura* e também por meio de seus derivados, em que pelo seu processamento podem ser utilizados na indústria alimentícia, fabricação de bebidas, indústria química, mecânica, ração animal e produção de biocombustíveis (CARDOSO et al., 2011).

O milho é considerado uma das principais culturas cultivadas no Brasil, somando as duas safras, o cultivo de verão e segunda safra, geralmente em sucessão ao cultivo da soja, a área ocupada com a cultura foi de aproximadamente 14,9 milhões de hectares na safra 2020/21, com produção estimada em 85,7 milhões de toneladas (CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2021).

Todavia, mesmo com a disponibilidade de avançadas tecnologias, a produtividade média de grãos de milho é de aproximadamente 4,56 toneladas por hectare no Brasil, na safra 2020/21, o que é considerada baixa (CONAB, 2021). Um dos entraves para que não consigamos atingir o máximo potencial produtivo da cultura é a lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda* a principal praga da cultura do milho, com reduções no rendimento de grãos de até 34%, somente pelos danos causados nas folhas, redução do número de plantas na área quando tem ocorrência em culturas jovens e causando perdas irreparáveis quando dirigem seu ataque à estruturas reprodutivas da planta (PAPA; CELOTO, 2012).

2.2 LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*

A lagarta foi reconhecida como praga nesta cultura em 1797, na Geórgia, Estados Unidos. Originalmente foi descrita como *Phalaena frugiperda*, porém houve várias mudanças de nome, chegando à denominação utilizada nos dias atuais, *Spodoptera frugiperda* (CRUZ, 1995).

Somente em 1964, no Brasil, a lagarta-do-cartucho foi relatada causando danos em milho, arroz e pastagens. Em função da polifagia da espécie, associada à disponibilidade de alimento o ano todo e condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, a praga pode ser encontrada em todas as regiões brasileiras (CRUZ, 1995).

O inseto se alimenta de todas as estruturas aéreas do milho, dando preferência às folhas jovens no período vegetativo. Quando o ataque acontece logo após a emergência das plântulas, a lagarta-do-cartucho pode levá-las à morte. As estruturas reprodutivas (pendão e espiga) também podem ser afetadas, com perdas quantitativas, penetrando espigas em sua base e danificar os grãos e/ou consumir a ponta das mesmas, reduzindo a produtividade, e a qualidade dos grãos ou sementes produzidas, pelo favorecimento do desenvolvimento de fungos e presença de micotoxinas nos grãos (BUNTIN, 1986; BUSATO et al., 2004; WAQUIL et al., 1982).

A espécie *S. frugiperda* possui metamorfose completa, passando pelas fases de ovo, larva (lagarta), pupa e adulto. Os ovos são colocados em massas, possuem formato circular e apresentam forma oblonga esferoidal, de coloração verde-clara após a postura, tornando-se alaranjada depois de 12 a 15 horas. Próximo da eclosão das lagartas, os ovos tornam-se escurecidos, devido à cor da cápsula cefálica. Após a eclosão, as lagartas são esbranquiçadas e se alimentam do córion, ficando em repouso entre duas a dez horas antes de buscar outras fontes de alimentos (CRUZ, 1995; POGUE, 2002).

Aparentemente as mariposas não apresentam um local preferido na planta para a realização da oviposição, nem uma preferência por um hospedeiro, e o que evidencia isso é a observação de posturas em objetos, fora de plantas hospedeiras, bem como a alta mobilidade das lagartas. Essa não preferência por um local ou hospedeiro é associada à sua polifagia e mobilidade. As lagartas neonatas produzem fios de seda pelo qual se penduram, aumentando sua dispersão em plantas próximas, diminuindo a competição e aumentando a exploração de recursos nos

arredores do local de oviposição. Esse fenômeno é conhecido como silking, quando apenas descem se pendurando no fio, ou ballooning, quando são dispersas pelo vento presas ao fio produzido. Dessa maneira, independentemente de onde ocorra a oviposição, há uma probabilidade muito grande de que as lagartas irão encontrar alimento (BARROS et al., 2010; CRUZ, 1995).

As lagartas de *S. frugiperda* possuem duas características básicas que as distinguem das demais lagartas do gênero. A primeira é a presença de tubérculos localizados em cada segmento abdominal no formato de trapézio, composto por quatro pináculos de coloração preta, as quais apresentam uma área esclerotizada com um pelo curto engrossado na base. A segunda característica é possuir um “Y” invertido na parte frontal da cabeça (CRUZ, 1995; POGUE, 2002).

Após seis ínstaes, as lagartas penetram no solo e transformam-se em pupas, período que pode durar entre seis a 55 dias dependendo da temperatura. No início a pupa apresenta cor verde-clara, mas após alguns minutos a cor muda para alaranjada e depois para marrom, tornando-se mais escura quando próxima à emergência dos adultos (CAPINERA, 2002; CRUZ, 1995).

O inseto na fase adulta é uma mariposa de cor cinza e que mede cerca de 15 mm de comprimento. No macho as asas anteriores possuem manchas claras, o que o diferencia das fêmeas, e as asas posteriores são claras e contornadas por linhas marrons em ambos os sexos. Os adultos possuem hábito noturno e durante o dia não são ativos. Sua atividade de oviposição e acasalamento começam com o pôr do sol e atinge o pico duas a quatro horas após o início, quando as temperaturas estão mais amenas e favoráveis para o inseto (CRUZ, 1995; SPARKS, 1979).

O adulto tem a longevidade de aproximadamente 12 dias, sendo que a partir do terceiro dia de emergência as fêmeas iniciam a oviposição. Após a cópula, as fêmeas realizam a postura nas folhas da planta de milho, colocando por cima desta, escamas oriundas da região posterior do abdômen (CAPINERA, 2002).

O controle da *S. frugiperda* em lavouras do milho é realizado basicamente pela adoção de cultivares transgênicos (Bt) e pelo uso de pulverizações com inseticidas químicos. Para os dois métodos de controle, a pressão de seleção de insetos resistentes tem sido o maior desafio nos últimos anos, preocupando a sociedade quanto à sustentabilidade de controle da praga em um futuro próximo. Portanto, a adoção de outras táticas de controle e a preservação dos inimigos

naturais, com o uso de inseticidas seletivos, vem a contribuir de maneira expressiva para o sucesso no manejo integrado da lagarta-do-cartucho (CRUZ, 1995).

2.3 BENZOATO DE EMAMECTINA

A alta eficiência dessa molécula contra lepidópteros pragas foi demonstrada por inúmeros trabalhos em uma variedade de culturas (JANSSON et al. 1996; JANSSON; LECRONE, 1991; LEIBEE et al., 1995).

O benzoato de emamectina é um inseticida de origem biológica pertencente à classe das avermectinas, agentes anti-helmínticos produzidos pelo actino-miceto *Streptomyces avermetilis*, isolado no instituto Kitasato (Japão) a partir da amostra de solo de um campo de golfe na cidade de Ito, província de Shizuoka, Japão (AGROFIT, 2018; JANSSON; DYBAS, 1998; JANSSON; LECRONE, 1991; LASOTA; DYBAS, 1991; LEIBEE et al., 1995).

Essa é uma molécula que apresenta seletividade à maioria dos artrópodos não-lepidópteros, mesmo sendo do grupo das avermectinas, o qual possui alta toxicidade a ácaros, o benzoato de emamectina não se enquadra nesse perfil. Ele apresenta uma baixa toxicidade a outros artrópodos benéficos como abelhas, parasitóides e predadores, principalmente quando essa exposição dos artrópodos à molécula ocorreu após um dia de aplicação. Essa seletividade pronunciada se deve por conta de sua ação translaminar na folha, que permite a presença do inseticida na cutícula foliar e a degradação do mesmo sobre a folha, diminuindo o contato dos inimigos naturais com o ativo (DYBAS et al., 1989; LASOTA; DYBAS, 1991; FEELY et al., 1992).

O benzoato de emamectina, pertencente ao grupo das avermectinas, é um modulador alostérico de canais de cloro mediados pelo glutamato, o qual induz o fluxo de cloro para dentro da célula, o que resulta na ruptura dos impulsos nervosos, perda da função celular e efeito super calmante ao inseto. O que acarreta na paralisia aos insetos intoxicados o que resulta na não alimentação dos mesmos, morrendo por inanição. O período até a mortalidade dos insetos é alcançada dentro de quatro dias, não sendo uma mortalidade muito rápida, porém, logo após a ingestão do princípio ativo a alimentação é cessada, ou seja, os danos à cultura também cessam.

Essa molécula inseticida age por contato e ingestão, no entanto a ingestão é considerada a principal via pela qual os insetos acumulam uma dose letal. Esse inseticida pode penetrar a cutícula e apresentar movimento translaminar na folha.

Essa penetração/absorção do ativo na cutícula foliar, propicia a manutenção do inseticida, proporcionando um período residual maior no controle de larvas de lepidópteros, que ao se alimentarem do tecido foliar se intoxicam. (JANSSON; DYBAS, 1998).

Os inseticidas seletivos que reduzem a abundância de pragas e são compatíveis com os inimigos naturais, permitindo sua sobrevivência e expansão do alcance, são fundamentais para os programas de Manejo Integrado de Pragas. A compatibilidade de inseticidas com programas de MIP é baseada na toxicidade diferencial de uma molécula para populações de pragas e artrópodos benéficos (JANSSON; DYBAS, 1998).

A toxicidade diferencial pode ser alcançada explorando diferenças farmacocinéticas ou metabólicas entre pragas e benéficos (seletividade fisiológica) ou explorando as qualidades únicas de um composto que resultam em exposição tóxica a pragas fitófagas com exposição reduzida a benéficos (seletividade ecológica). Os inseticidas de avermectina possuem ambas as qualidades, tornando-os altamente seletivos e compatíveis com programas de MIP (JANSSON; DYBAS, 1998).

Esses inseticidas demonstram compatibilidade com agentes de controle biológico e programas de MIP. Por esse motivo, o benzoato de emamectina se tornou parte integrante de muitos programas de MIP, em cultivos com condições controladas e a campo. Essas qualidades únicas dos inseticidas de avermectina são principalmente responsáveis por sua compatibilidade com programas benéficos e MIP (JANSSON; DYBAS, 1998).

O benzoato de emamectina teve sua primeira tentativa de registro em 2003, apresentou alguns efeitos tóxicos revelados na avaliação toxicológica. Contudo, em 2013, em função dos surtos de *Helicoverpa armigera* no Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) concedeu então a liberação emergencial do produto em certas regiões de maior risco de ataque da praga (MARQUES, 2018).

Após o registro emergencial a empresa detentora do produto entrou com um novo pedido de registro permanente, incluindo o benzoato de emamectina na lista

de produtos prioritários para análise do MAPA. Com isso, em novembro de 2017 a Anvisa concluiu sua avaliação toxicológica, liberando o produto para registro junto ao MAPA. Por fim o ingrediente ativo benzoato de emamectina foi classificado na Classe Toxicológica I, extremamente tóxico, por conta de resultados de irritação ocular nos estudos da Anvisa (MARQUES, 2018).

A partir disso, foi dado entrada a um novo pedido de registro do referido produto pela empresa detentora. Com isso, o MAPA incluiu o benzoato de emamectina na lista de produtos prioritários para análise. Após novos estudos toxicológicos, a Anvisa obteve novas evidências que não se repetiram com os dados até então protocolados das análises anteriores, indicando um menor risco do produto. Assim, em novembro de 2017 a Anvisa publicou a conclusão da avaliação toxicológica desse inseticida liberando o produto para fins de registro junto ao MAPA. O ingrediente ativo foi enquadrado na Classe Toxicológica I, extremamente tóxico, devido ao resultado do estudo de irritação ocular (MARQUES, 2018).

2.4 SELETIVIDADE DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

A escolha de um inseticida deve ser baseada, além da eficiência, no preço, impacto ambiental e sua seletividade aos inimigos naturais. Temos uma gama de inseticidas no mercado, alguns sendo mais seletivos que outros, é de extrema importância a comparação entre eles para que seja feita a escolha mais adequada antes da recomendação. Chegando, portanto, a um inseticida com ótima relação custo/eficiência e que mantenha o equilíbrio que a presença dos inimigos naturais na área proporciona (CRUZ, 1995).

O êxito dos programas de Manejo Integrado de Pragas, está estritamente ligado à seletividade dos produtos fitossanitários usados no manejo da praga aos seus inimigos naturais (BACCI et al., 2009).

A seletividade é a propriedade que um produto fitossanitário apresenta de controlar uma determinada praga, com menor impacto possível sobre os componentes do agroecossistema, ou seja, que cause pouca ou nenhuma morte de inimigos naturais (RIPPER et al., 1951).

A seletividade fisiológica é definida como a maior atividade de um inseticida sobre a praga que sobre o inimigo natural, quando ambos entraram em contato direto com o inseticida ou seus resíduos, ou seja, consiste no uso de inseticidas que sejam

mais tóxicos à praga que aos seus inimigos naturais. A seletividade ecológica é classificada de acordo com a forma pela qual a exposição diferencial de pragas e inimigos naturais é obtida, ou seja, está relacionada com as formas de utilização dos inseticidas, buscando minimizar a exposição do inimigo natural ao inseticida (BACCI et al., 2006; O'BRIEN, 1960; RIPPER et al., 1951).

Neste sentido, é importante a adoção de produtos promotores da seletividade no agroecossistema. Como resultado, temos o controle biológico por parte dos inimigos naturais não afetados pelo produto e o controle da praga-alvo (REDOAN et al., 2013).

A seletividade ideal pode ser definida como o ponto da curva em que a diferença entre a mortalidade da praga é máxima em relação ao do inimigo natural (HOWER; DAVIS, 1984).

2.5 INIMIGOS NATURAIS

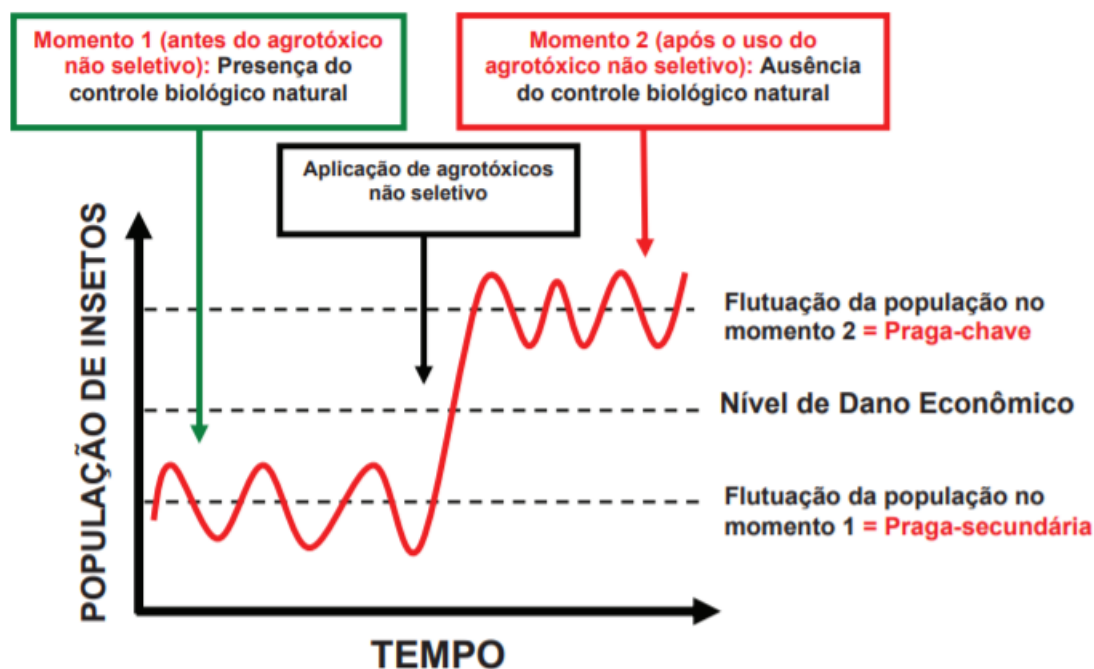
Os inimigos naturais (artrópodos, vírus, fungos, entre outros) são o principal fator de mortalidade natural de pragas no agroecossistema. Ocorrendo de forma natural ou não, devem ser preservados e, se possível, aumentados através de táticas que manipulem o ambiente e suas condições de forma favorável, pois exercem o papel do controle biológico de insetos pragas, gerando um equilíbrio dinâmico e mantendo a população de pragas economicamente importantes, estabilizadas abaixo do nível de controle (figura 1) (CORNELL & HAWKINS, 1995).

Diferentes predadores e parasitoides formam um grande fator regulatório para a manutenção e equilíbrio da população da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*. Foi relatada a relevante importância de mamíferos, anfíbios, pássaros e aracnídeos no controle da praga. Entre os insetos, os principais inimigos naturais da praga são encontrados principalmente dentro das ordens Coleoptera, Hymenoptera e Diptera (CRUZ, 1995).

A redução das populações de insetos benéficos pode ter como causa a infertilidade dos artrópodos causada pela aplicação dos inseticidas. Estudos demonstraram elevada relação entre a fertilidade e longevidade desses animais em relação à inseticidas, além de diminuir sua oviposição (DESNEUX et al., 2007). Assim, a seletividade engloba impactos desde a má formação dos insetos até sua morte de fato. Dessa forma, a preservação dos inimigos naturais é uma medida

benéfica para propiciar um bom controle biológico, um dos pilares do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (FERNANDES et al., 2010).

Figura 1 – Alteração do nível de equilíbrio populacional da praga-secundária para praga-chave em decorrência do desequilíbrio causado por aplicações de agrotóxicos não seletivos que eliminam os artrópodos benéficos (inimigos naturais)



Fonte: BUENO *et al.* (2010).

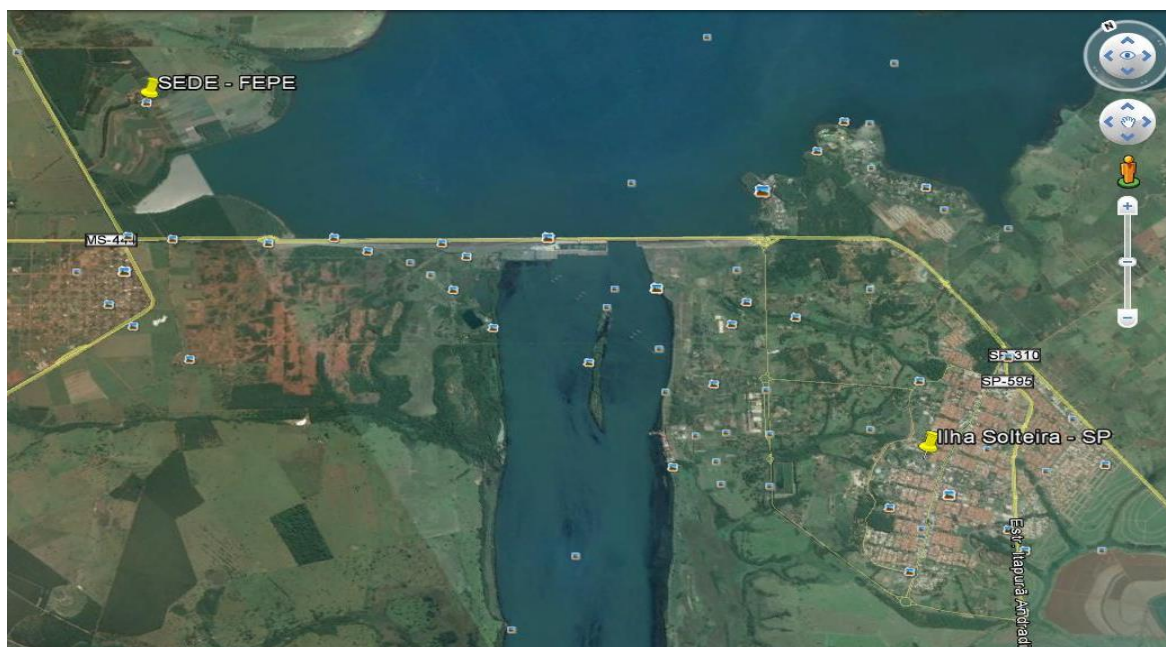
A redução das populações de insetos benéficos pode ter como causa a infertilidade dos artrópodos causada pela aplicação dos inseticidas. Estudos demonstraram elevada relação entre a fertilidade e longevidade desses animais em relação à inseticidas, além de diminuir sua oviposição (DESNEUX *et al.*, 2007). Portanto, a seletividade engloba impactos desde a má formação dos insetos até sua morte de fato. Dessa forma, a preservação dos inimigos naturais é uma medida benéfica para propiciar um bom controle biológico, um dos pilares do Manejo Integrado de Pragas (MIP). (FERNANDES *et al.*, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – FEPE da Faculdade de Engenharia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria/MS. As coordenadas geográficas do local são: latitude 20°20,639' S; longitude 51°24,080' W e altitude de 355 metros (figura 2).

Figura 2 – Local de realização do experimento, Selvíria, MS. 2020



Fonte: Google Earth.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido com delineamento em blocos casualizados (DBC) e constou de seis tratamentos com quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Cada parcela constou de 3 m de largura com 8 m de comprimento, perfazendo 24 m².

3.3 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5° C, precipitação média anual de 1.232 mm, distribuída de outubro a abril e uma umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ *et al.*, 1995).

3.4 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS

3.4.1 Característica do solo

O solo da área experimental é classificado segundo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (SANTOS *et al.*, 2018).

3.4.2 Semeadura

A cultura foi conduzida em sistema de cultivo convencional sob irrigação via pivô central, utilizando-se a cultivar de milho AL Piratininga (sem expressão gênica para controle de lagartas) semeada mecanicamente com espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade populacional de aproximadamente 66.666 plantas ha⁻¹ em 27/06/2018, com emergência em 02/07/2018.

3.4.3 Adubação

A adubação de plantio foi realizada na proporção de 250 kg da fórmula NPK 04-14-08 por hectare. Aos 20 dias após a emergência das plantas realizou-se a adubação de cobertura com aplicação de 100 kg de Ureia mais 70 kg de KCl por hectare.

3.4.4 Controle de plantas daninhas

O controle de plantas daninhas foi realizado pela pulverização com os herbicidas Atrazina Nortox 500 SC (Atrazina, 500 g do i.a. L⁻¹ do produto formulado), na dose de 3,0 L do produto comercial por hectare em pré emergência e Soberan (Tembotriona, 420 g do i.a. L⁻¹ do produto formulado) na dose de 240 mL do produto comercial por hectare em pós emergência no estágio V5 da cultura.

3.4 TRATAMENTOS E DOSES

Foram utilizados nos tratamentos um e dois o inseticida Proclaim 50, nas doses de 250 g ha⁻¹ e 300 g ha⁻¹ (Tabela 1). Para o tratamento três foi utilizado o inseticida Exalt, produto já consolidado no mercado por sua alta eficiência no controle da lagarta-do-cartucho.

No tratamento quatro, foi utilizado o inseticida Lannate BR, um carbamato amplamente utilizado pelos produtores para controle da lagarta-do-cartucho, principalmente pela sua ótima relação custo/eficiência. A Testemunha (“Choque”), onde foi avaliada a seletividade e restabelecimento dos artrópodos benéficos e a Testemunha absoluta onde foi avaliada a eficiência dos produtos para o controle da lagarta-do-cartucho.

Tabela 1 - Tratamentos e doses aplicados via pulverização foliar no milho para avaliação de seletividade. Selvíria, MS. 2020

Tratamentos	Dose do i.a. ha ⁻¹	Dose do p.c. ha ⁻¹
1 – Benzoato de emamectina (Proclaim 50)	12,5 g	250 g
2 – Benzoato de emamectina (Proclaim 50)	15 g	300 g
3 – Espinectoram (Exalt)	9 g	75 ml
4 – Metomil (Lannate BR)	215 g	1000 ml
5 – Testemunha (“Choque”) *	--	--
6 – Testemunha absoluta	--	--

*Aplicação do tratamento de choque utilizando a mistura dos inseticidas profenofós (400 g do i.a. L⁻¹ do produto formulado) e cipermetrina (40 g do i.a. L⁻¹ do produto formulado) (Polytrin à 2 L do p.c. ha⁻¹).

Fonte: Elaboração do próprio autor.

3.5.1 Descrição dos produtos utilizados

Foram utilizados os produtos a seguir com suas características retiradas do registro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Proclaim 50

Nome comercial: Proclaim 50

Nome comum: benzoato de emamectina

Grupo químico: avermectina

Formulação: WG – Granulado dispersível

Concentração: 5 %

Classe toxicológica: Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico

Classe: Inseticida

Número do Registro: 29817

Exalt

Nome comercial: Exalt

Nome comum: espinetoram

Grupo químico: espinosinas

Formulação: SC – Suspensão concentrada

Concentração: 12 %

Classe toxicológica: Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo

Classe: Inseticida

Número do Registro: 14314

Lannate BR

Nome comercial: Lannate BR

Nome comum: metomil

Grupo químico: metilcarbamato de oxima

Formulação: SL – Concentrado solúvel

Concentração: 21,5 %

Classe toxicológica: Categoria 3 - Produto Moderadamente Tóxico

Classe: Inseticida

Número do Registro: 1238603

Polytrin

Nome comercial: Polytrin

Nome comum: cipermetrina + profenofós

Grupo químico: piretróide + organofosforado

Formulação: EC – Concentrado emulsionável

Concentração: 4 % + 40 %

Classe toxicológica: Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico

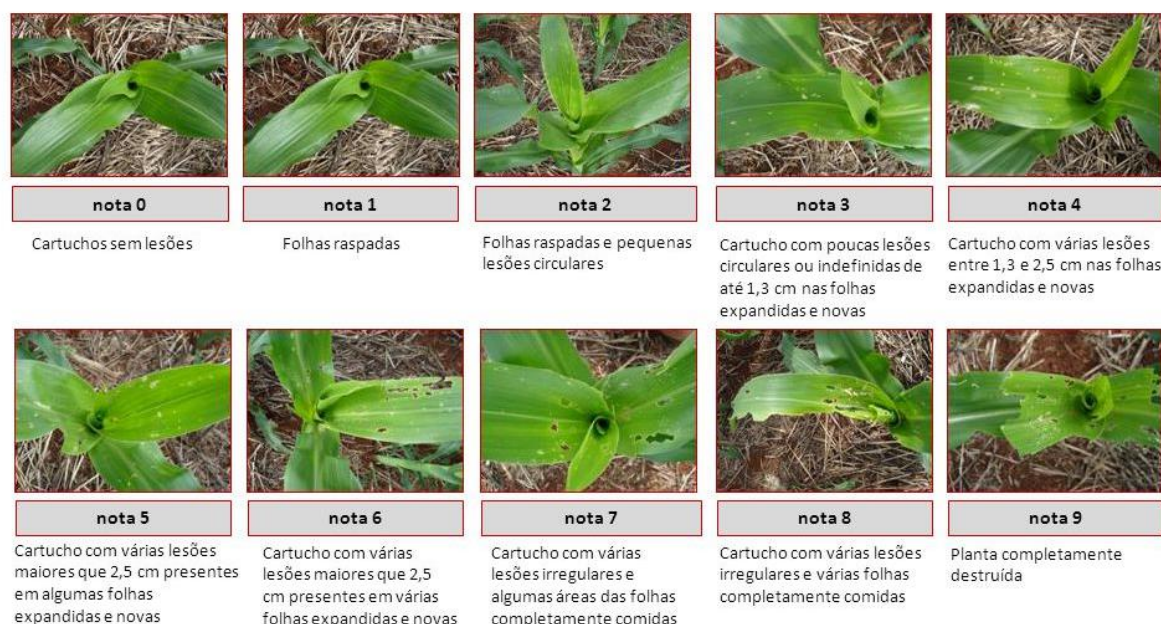
Classe: Inseticida - Acaricida

Número do Registro: 1238603

3.5.2 Aplicação dos tratamentos

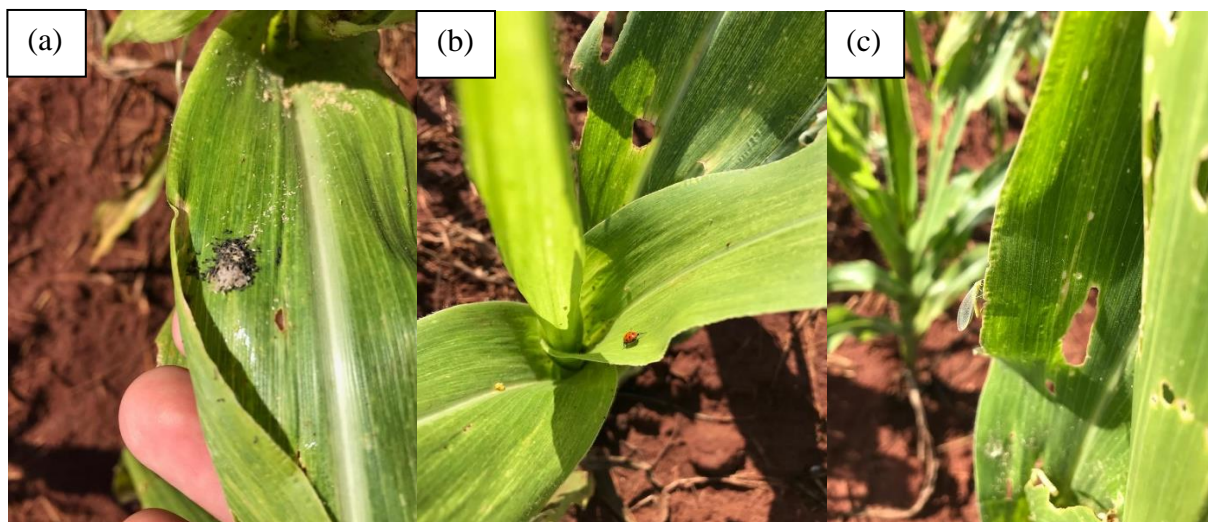
Foi realizada uma única aplicação via foliar dos tratamentos, quando a cultura se encontrava no estágio V6, em 25/07/2018, quando o nível de dano da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* atingiu 20% das plantas ou mais com nota 3 da escala paramétrica de Davis (DAVIS *et al.*, 1992) (figura 3). Quando apresentou a presença de inimigos naturais na área do experimento (figura 4), utilizando-se um pulverizador costal propelido por CO₂ comprimido, equipado com barra contendo 6 pontas cônicas TXVK-8, espaçadas de 0,5 metros, com pressão de trabalho de 40 psi e volume de calda de 150 litros por hectare.

Figura 3 – Escala paramétrica de Davis (DAVIS *et al.*, 1992), Selvíria, MS. 2020



Referência: Davis et al. 1992

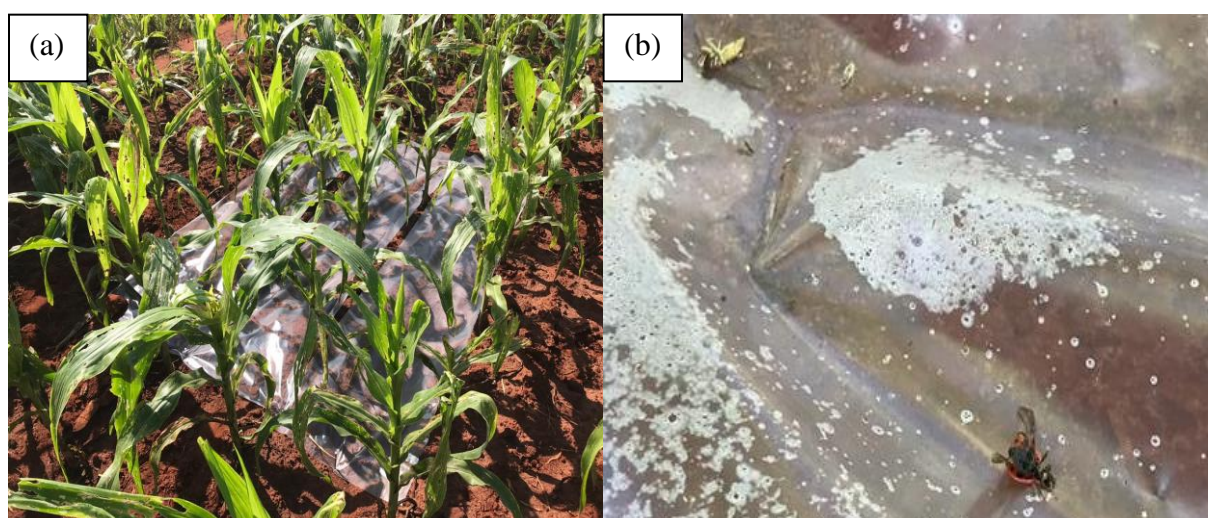
Figura 4 – Presença de lagartas (a), joaninhas (b) e crisopas (c) na cultura do milho, Selvíria, MS. 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Previamente a aplicação dos tratamentos, foram alocadas sobre a superfície do solo lonas plásticas cobrindo três entre linhas, correspondendo a uma área de 3 m², com o objetivo de coletar todos os artrópodos que caíram nas lonas devido à ação dos inseticidas (figura 5).

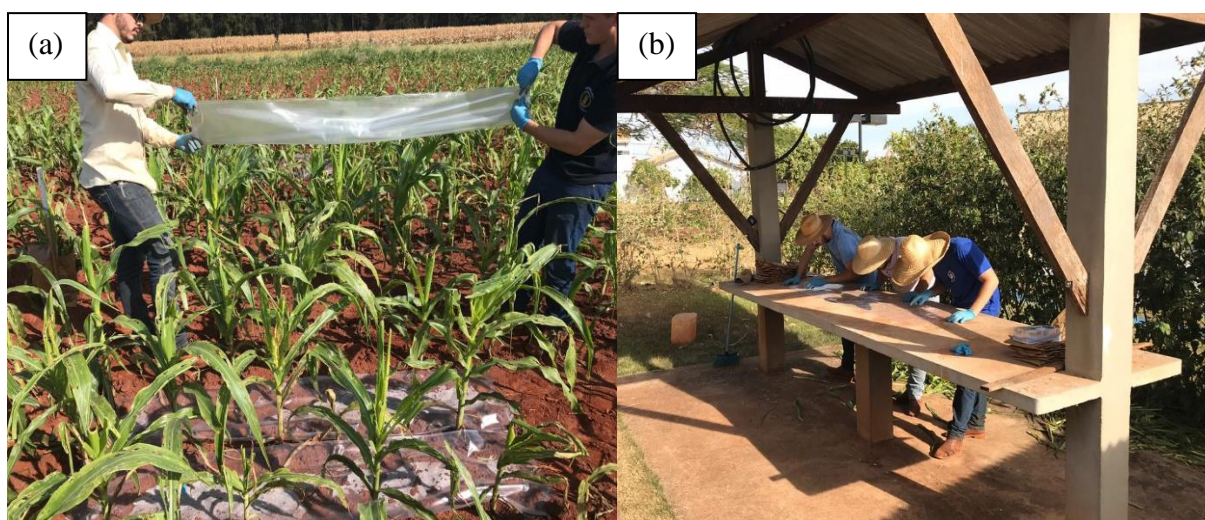
Figura 5 – Área amostral de inimigos naturais no interior da parcela (a) e inimigos naturais coletados nas áreas (b), Selvíria, MS. 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Uma hora após aplicação dos tratamentos, as lonas foram recolhidas, etiquetadas e transportadas para o Laboratório de Entomologia II da UNESP de Ilha Solteira, onde foram identificados e quantificados os artrópodos que caíram sobre as lonas, para a avaliação de seletividade dos artrópodos benéficos (figura 6). No tratamento testemunha (“choque”) foi aplicado o inseticida Polytrin (profenofós + cipermetrina, 400 + 40 g do i.a. L⁻¹ do produto formulado) na dose de 2 L do p.c. ha⁻¹, na área correspondente a lona, com o intuito de coletar os artrópodos benéficos ali presente.

Figura 6 – Recolhimento das lonas (a) e identificação dos insetos benéficos (b), Selvíria, MS. 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor.

3.6 Avaliações

3.6.1 Aplicação de inseticida de choque para avaliação

Foi realizada uma mistura “choque” de cipermetrina + profenofós, inseticida Polytrin à 2 L ha⁻¹, aplicada utilizando-se um pulverizador costal manual de 20 litros Jacto, modelo PJH20 equipado com ponta cônica TXVK-8.

Para avaliação de seletividade ela foi aplicada apenas na área das lonas no tratamento testemunha (“choque”), para derrubar e coletar todos os artrópodos benéficos ali presentes. Esse número obtido foi tomado com o máximo desses insetos para comparação com a quantidade caída

O mesmo procedimento utilizado para o tratamento Testemunha (“Choque”), realizado na instalação do experimento (item 3.5.1), foi utilizado nas demais avaliações, para a coleta dos insetos da área avaliada obtendo o efeito de persistência dos inseticidas, utilizando-se um pulverizador costal manual de 20 litros Jacto, modelo PJH20 equipado com ponta cônica TXVK-8.

3.6.1 Seletividade

Realizou-se a avaliação com uma hora após aplicação dos tratamentos, contando-se o número de artrópodos mortos em 3 metros quadrados de lona plástica de polietileno estendida sobre o solo de três entrelinhas por parcela e em 10 cartuchos por parcela. As lonas que cobriram as entrelinhas foram recolhidas, acondicionadas em sacos de papel semi kraft com dimensão de 20,5 centímetros de comprimento e 7 centímetros de largura por 44 centímetros de altura e transportadas para o Laboratório de Entomologia II da UNESP de Ilha Solteira onde realizou-se a identificação e contagem dos artrópodos não alvos dos inseticidas caídos sobre as lonas.

Durante as avaliações realizadas aos 1, 3 e 7 dias após aplicação, realizou-se a aplicação de inseticida para efeito de “choque” apenas nas áreas correspondentes a avaliação (tamanho da superfície da lona) semelhante ao tratamento testemunha, em 10 cartuchos e na área da lona por parcela, sem utilizar a área das avaliações anteriores, para avaliar o impacto dos inseticidas na área e o restabelecimento da população de insetos benéficos.

Após o final de cada avaliação, as lonas foram limpas removendo as impurezas e insetos aderidos a ela.

Classificou-se os inseticidas testados quanto sua toxicidade segundo a escala da International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants – IOBC (BOLLER *et al.*, 2006), que considera a porcentagem de redução da população de inimigos naturais (Tabela 2), conforme a fórmula a seguir:

$$\%R = \frac{\text{tratado}}{\text{testemunha}} \times 100$$

Tabela 2 – Tabela de classificação segundo a escala da International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants – IOBC

Classificação	% de redução de artrópodos não alvo
Inócuo ou levemente tóxico (N)	0 a 50%
Moderadamente tóxico (M)	51 a 75%
Tóxico (T)	acima de 75%

Fonte: BOLLER *et al.* (2006).

3.6.2 Eficiência

As avaliações foram realizadas aos 1, 3, 7, 10 e 16 dias após aplicação, contando-se o número de lagartas em cinco plantas por parcela.

A porcentagem de eficiência foi calculada pela fórmula proposta por Abbott (1925):

$$%E = \frac{(\text{testemunha} - \text{tratado})}{\text{testemunha}} \times 100$$

3.6.3 Análise estatística

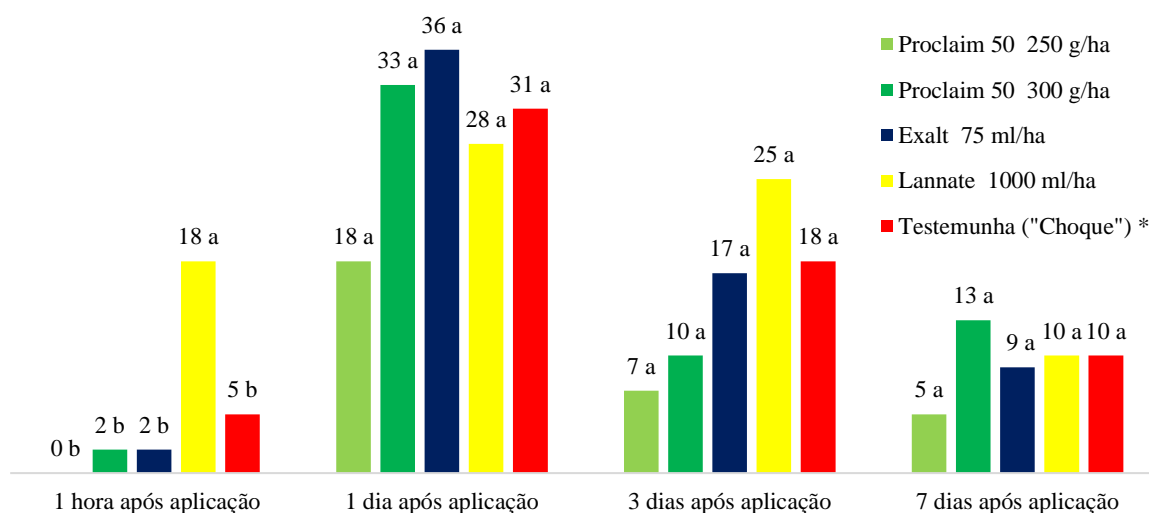
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F, procedendo-se comparação das médias pelo teste Tukey (5% de probabilidade), junto ao sistema computacional de análise estatística SISVAR. No processamento das análises os dados originais foram transformados em raiz de $(X + 0,5)$, para a remoção da heterocedasticidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas contagens do número de indivíduos caídos sobre a lona e presentes nos cartuchos uma hora após aplicação, constatou-se que para família Syrphidae (Figura 7), Coccinellidae (Figura 8) e Tachinidae (Figura 9), o inseticida Metomil (Lannate BR) na dose de 1L ha⁻¹ proporcionou a maior mortalidade, superior ao observado no tratamento Testemunha (“Choque”)* e diferindo-se dos demais tratamentos pelo teste de Tukey (5%). No primeiro dia após aplicação, constatou-se o restabelecimento da população de insetos da família Syrphidae na maioria dos tratamentos. Aos três dias após aplicação, constatou-se o restabelecimento da população de insetos da família Coccinellidae e Tachinidae na maior parte dos tratamentos.

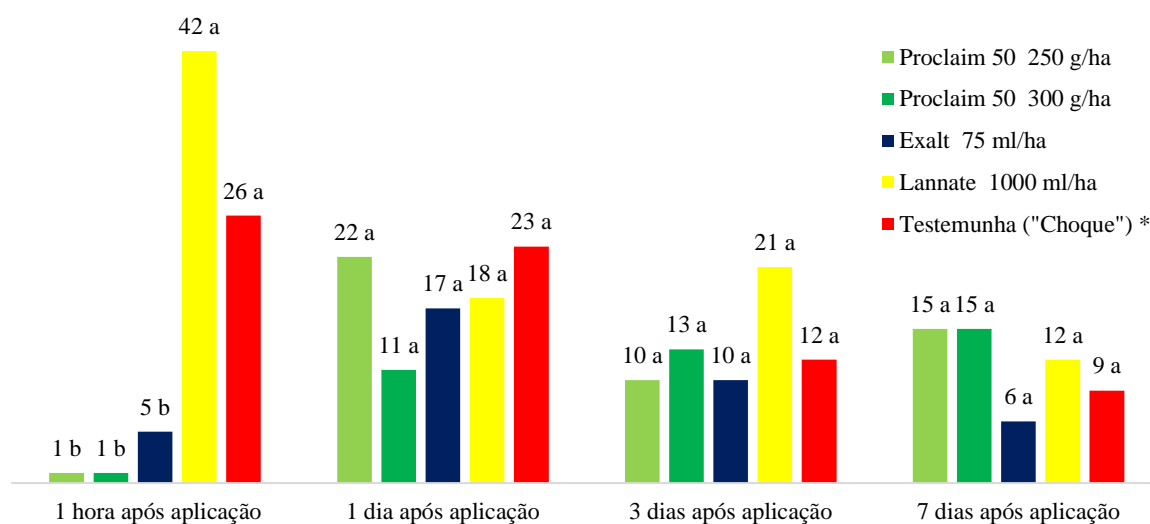
Figura 7 – Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Syrphidae. Número de insetos da família Syrphidae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação.

Selvíria, MS. 2020



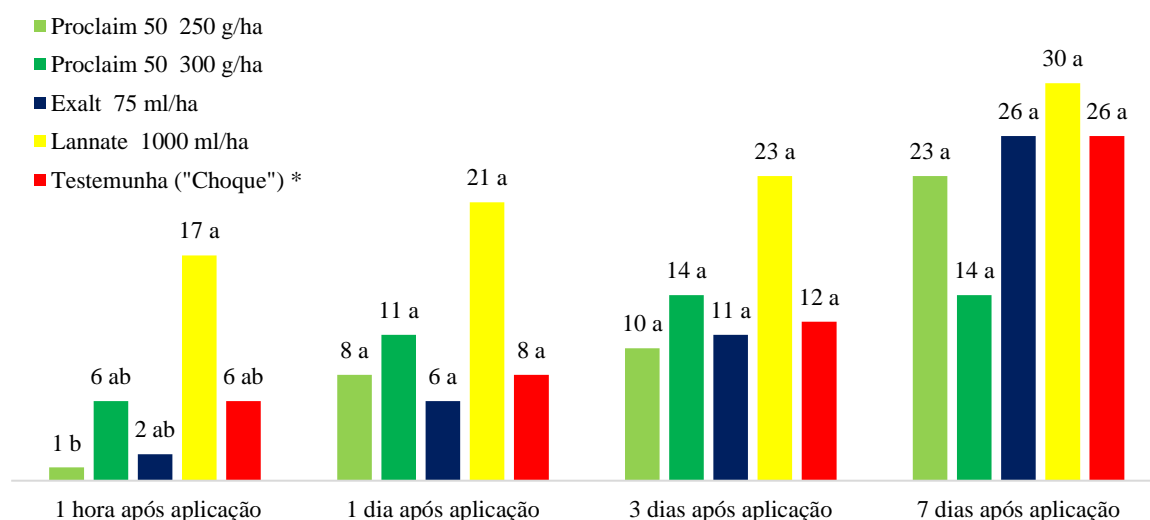
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Figura 8 – Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Coccinellidae. Número de insetos da família Coccinellidae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor.

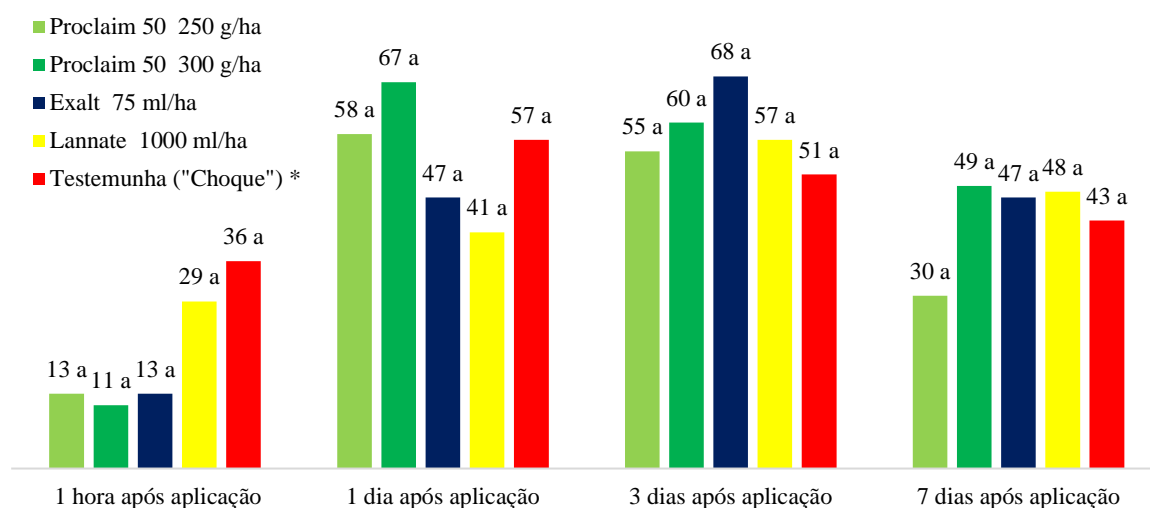
Figura 9 – Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Tachinidae. Número de insetos da família Tachinidae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para as contagens de insetos da família Anthocoridae (figura 10) e Geocoridae (figura 11) uma hora após aplicação, o inseticida Metomil (Lannate BR) na dose de 1 L ha⁻¹, também proporcionou a maior mortalidade. Semelhante ao observado para família Coccinellidae e Tachinidae, o restabelecimento da população foi observado aos 3 três dias após aplicação.

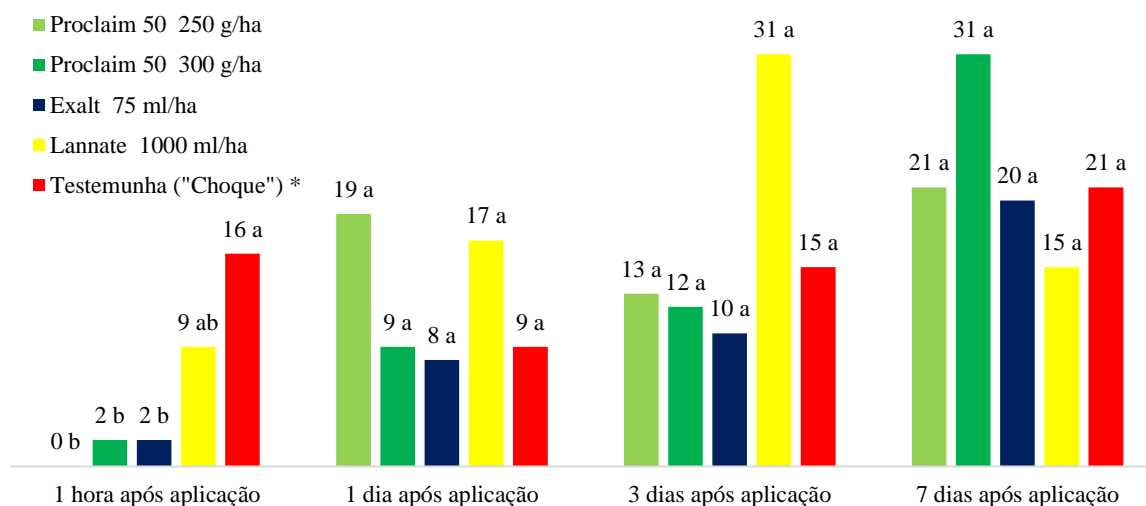
Figura 10 – Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Anthocoridae. Número de insetos da família Anthocoridae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Figura 11 – Avaliação da seletividade e persistência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) em insetos da família Geocoridae. Número de insetos da família Geocoridae por tratamento à uma hora, um, três e sete dias após aplicação.

Selvíria, MS. 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor.

De acordo com a porcentagem de redução de insetos não-alvo uma hora após aplicação (Tabela 3), constatou-se que o inseticida Metomil (Lannate BR) na dose de 1 L ha^{-1} proporcionou 100% de redução para insetos da família Syrphidae, Coccinelidae e Tachinidae e 81% para a família Anthocoridae, classificando-se como tóxico (T) a esses grupos de insetos-benéficos. Constatou-se ainda que o inseticida Metomil proporcionou uma redução de 56% para a família Geocoridae, sendo classificado como moderadamente tóxico (M). O inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50), somente na dose de 300 g ha^{-1} proporcionou 100% de redução da população de insetos da família Tachinidae, mostrando-se inócuo ou levemente tóxico (N) para as demais famílias em ambas as doses. O tratamento com Espinetoram (Exalt) também demonstrou-se inócuo ou levemente tóxico para todas as famílias.

Tabela 3 - Avaliação da seletividade do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50). Porcentagem de redução de artrópodos não-alvo uma hora após aplicação e classificação da seletividade. Selvíria, MS. 2020

Tratamentos	Dose p.c. ha ⁻¹	Syrphidae		Coccinelidae		Tachinidae		Anthocoridae		Geocoridae	
		%R	Class.	%R	Class.	%R	Class.	%R	Class.	%R	Class.
1. Benzoato	250 g	0	N	4	N	17	N	36	N	0	N
2. Benzoato	300 g	40	N	4	N	100	T	31	N	13	N
3. Espinetoram	75 mL	40	N	19	N	33	N	36	N	13	N
4. Metomil	1000 mL	100	T	100	T	100	T	81	T	56	M

Fonte: Elaboração do próprio autor.

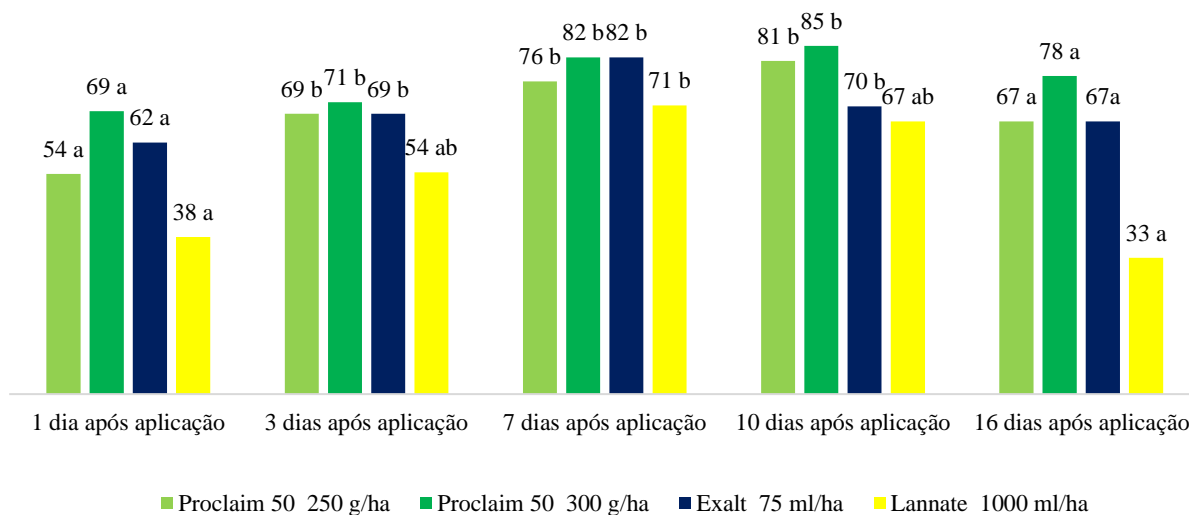
Nas contagens do número de lagartas (Tabela 4), constatou-se que o inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) obteve um desempenho semelhante em sua menor dose comparado ao tratamento Espinetoram (Exalt), atual inseticida padrão para controle da praga *Spodoptera frugiperda*. Mesmo os tratamentos não diferindo entre si, o Benzoato de emamectina (Proclaim 50) na dose de 300 g ha⁻¹ foi o que apresentou maior eficiência no controle em todas as avaliações (figura 12). Portanto, sendo uma ferramenta viável dentro do sistema de manejo integrado de pragas, por apresentar uma eficiência elevada, mecanismo de ação diferente dos demais inseticidas favorecendo o manejo de resistência, bom efeito residual e de choque e seletivo aos inimigos naturais mais importantes presentes na cultura do milho.

Tabela 4 - Avaliação da eficiência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Número total de lagartas em 20 cartuchos por tratamento aos 1, 3, 7, 10 e 16 dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020

Tratamentos	Nome comercial	Dose p.c. ha ⁻¹	Prévia		1 d.a.a.		3 d.a.a.		7 d.a.a.		10 d.a.a.		16 d.a.a.	
			Total	Total	%E	Total	%E	Total	%E	Total	%E	Total	%E	
1. Benzoato	Proclaim 50	250 g	20 a	6 a	54	11 b	69	4 b	76	5 b	81	3 a	67	
2. Benzoato	Proclaim 50	300 g	24 a	4 a	69	10 b	71	3 b	82	4 b	85	2 a	78	
3. Espinetoram	Exalt	75 mL	25 a	5 a	62	11 b	69	3 b	82	8 b	70	3 a	67	
4. Metomil	Lannate BR	1000 mL	22 a	8 a	38	16 ab	54	5 b	71	9 ab	67	6 a	33	
5. Testemunha	--	--	19 a	13 a	--	35 a	--	17 a	--	27 a	--	9 a	--	
C.V.(%)		--	--	14,06	34,02	20,87	26,65	28,20	32,36					

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Figura 12 – Avaliação da eficiência do inseticida Benzoato de emamectina (Proclaim 50) no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Porcentagem de eficiência no controle da *Spodoptera frugiperda* aos, 1, 3, 7, 10 e 16 dias após aplicação. Selvíria, MS. 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor.

5 CONCLUSÕES

1. Os tratamentos com os inseticidas Espinetoram (Exalt) a 75 mL ha⁻¹ e Benzoato de emamectina (Proclaim 50) a 250 g ha⁻¹, foram considerados não-tóxicos ou levemente tóxicos (seletivos) para os artrópodos não-alvo de inseticidas observados na cultura do milho.
2. O tratamento Metomil (Lannate BR), apresentou-se tóxico (não seletivo) para a maioria das famílias de artrópodos benéficos.
3. O tratamento Benzoato de emamectina (Proclaim 50) na dose de 300 g ha⁻¹ foi considerado tóxico apenas para a família Tachinidae, sendo considerado seletivo para as demais famílias de artrópodos benéficos, além de alcançar a maior porcentagem de eficiência no controle da lagarta-do-cartucho.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 18, p. 265-7, 1925.

ALVARENGA, L.S.F.; ZANARDI JÚNIOR, J.A.; MARTIM, B.A.; MENGHINI, M.W.P.; PAPA, G. Efeito do inseticida benzoato de emamectina no controle da *Spodoptera frugiperda*, na cultura do milho. *In.*: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA E X CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENTOMOLOGIA. 2018, Gramado. **Anais[...]** Gramado: Universidade Federal de Santa Maria, 2018. p. 1706.

BACCI, L. *et al.* Seletividade fisiológica de inseticidas a vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). **BioAssay**, v. 1, n. 10, p. 1-7, 2006.

BACCI, L. *et al.* Seletividade fisiológica de inseticidas aos inimigos naturais de *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae) em brássicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 2045-2051, 2009.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 996-1001, 2010.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. 2014.

BOLLER, E. F. *et al.* Working document on selectivity of pesticides (2005). **Internal newsletter issued by the publication commission for the IOBC/wrps council and executive committee issue**, v. 40, 2006.

BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F.; NISHIKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA, A.; CORBO, E.; SILVA, R. B. **Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade**. Embrapa Soja. Circular Técnica, 79, 2010.

BUNTIN, G. D. A review of plant response to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), injury in selected field and forage crops. **Florida Entomologist**, v. 69, n. 3, p. 549-559, 1986.

BUSATO, G. R. *et al.* Análise da estrutura e diversidade molecular de populações de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) associadas às culturas de milho e arroz no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 6, p. 709-716, 2004.

CAPINERA, J. L. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). **EDIS**, v. 2002, n. 7, p. 1-6, 2002.

CARDOSO, W. S.; PINHEIRO, F. A.; MACHADO, F. P.; BORGES, J. T. S.; RIOS, S. A. Indústria do Milho. *In.*: BORÉM, A.; RIOS, S. de A. (Ed.). **Milho biofortificado**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 173-195.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 2 segundo levantamento, novembro. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>> Acesso em: 10 dez. 2021.

CORNELL, H. V.; HAWKINS, B. A. Survival patterns and mortality sources of herbivorous insects: some demographic trends. **The American Naturalist**, v. 145, n. 4, p. 563-593, 1995.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 21, p. 45, 1995.

CRUZ, I. **Principais pragas e seu controle**. EMBRAPA. Recomendações Técnicas para o cultivo do milho. Brasília, EMBRAPA-SPI, p. 143-60, 1993.

DAVIS, F. M.; NG, S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whole-stage corn resistance to fall armyworm**. Mississippi: Mississippi State University, Technical Bulletin, 186. p. 9, 1992.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 81-106, 2007.

DYBAS, R. A. Abamectin use in crop protection. *In.*: **Ivermectin and Abamectin** (Ed. W.C. Campbell) New York: Springer, 1989. p. 287–310.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, v. 1, 360 p., 2000.

FEELY, W. F. *et al.* Photodegradation of 4''-(epimethylamino)-4''-deoxyvermectin B1a thin films on glass. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 4, p. 691-696, 1992.

FERNANDES, F. L.; BACCI, L.; FERNANDES, M. S. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. **EntomoBrasilis**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2010.

SENA FERNANDES, M. E. *et al.* Physiological selectivity of insecticides to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Protonectarina sylveirae* (Hymenoptera: Vespidae) in citrus. **Sociobiology**, v. 51, n. 3, p. 765-774, 2008.

GALLO, D. *et al.* **Manual de entomologia**. (Ed. 2) São Paulo, Ceres, 1988. 649 p.

HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira, UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação. Série Irrigação, 1).

HOWER, A. A.; DAVIS, G. A. Selectivity of insecticides that kill the potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) and alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) and protect the parasite *Microctonus aethioides* Loan (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of economic entomology**, v. 77, n. 6, p. 1601-1607, 1984.

JANSSON, R. K.; DYBAS, R. A. Avermectins: biochemical mode of action, biological activity and agricultural importance. *In.*: **Insecticides with novel modes of action.**, Berlin, Heidelberg: Springer, 1998. p. 152-170.

JANSSON, R. K.; LECRONE, S. H. Efficacy of nonconventional insecticides for control of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) in 1991. *In.*: **FLORIDA STATE HORTICULTURAL SOCIETY, PROCEEDINGS.** v. 104, p. 279–284, 1991.

JANSSON, R. K. *et al.* Efficacy of solid formulations of emamectin benzoate at controlling lepidopterous pests. **Florida Entomologist**, v. 79, n. 3, p. 434-434, 1996.

LANGE, A. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho após o cultivo após o cultivo da soja em sistema semeadura direta no Cerrado**, 2006. 135p. Tese (Doutorado em Ciência “Energia Nuclear na Agricultura”) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

LASOTA, J. A.; DYBAS, R. A. Avermectins, a novel class of compounds: implications for use in arthropod pest control. **Annual review of entomology**, v. 36, n. 1, p. 91-117, 1991.

LEIBEE, G. L. *et al.* Efficacy of emamectin benzoate and *Bacillus thuringiensis* at controlling diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) populations on cabbage in Florida. **Florida Entomologist**, v. 78, n. 1, p. 82-96, 1995.

MODESTO, V. C. **Diagnose da composição nutricional e eficiência de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho**. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2014.

O'BRIEN, R. D. **Toxic phosphorus esters**: Chemistry, metabolism, and biological effects New York: Academic, 1960. 434 p.

OLIVEIRA, H. N. *et al.* Selectivity of insecticides used in the sugar-cane on adults of *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1267-1274, 2013.

PAPA, G.; CELOTO, F. J. Lagarta-do-cartucho. *In.*: BARROSO, A. L. L.; GARCIA, J. F.; SIMÕES NETO, D. E. **Milho: Desafios Fitossanitários e Manejo Sustentável**. Jaboticabal, SP, 2012, p. 11-13 (Boletim Técnico 1).

PARRA, J. R. P. **Controle biológico no Brasil**: parasitóides e predadores. Piracicaba: Manole Ltda, 2002. 635p.

PICANÇO, M. C.; GONRING, A. H. R.; OLIVEIRA, I. R. **Manejo integrado de pragas**. Viçosa: UFV, 2010. 147p.

POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, Philadelphia, v.43, p.1-202, 2002.

QUEIROZ, ANDRÉ MARTINS *et al.* Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 3, p. 257-266, 2011.

REDOAN, A. C. M. *et al.* Physiological selectivity of insecticides to adult of *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae). **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 842-850, 2013.

RIPPER, W. E.; GREENSLADE, R. M.; HARTLEY, G. S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 44, n. 4, p. 448-459, 1951.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Ed 5. Brasília: Embrapa, 2018.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS- AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA**: coordenação-geral de agrotóxicos e afins. 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 05 dex. 2021.

SPARKS, A. N. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, Tifton, v. 62, n. 2, p. 82-87, 1979.

WAQUIL, O. M. *et al.* Controle da lagarta-do-cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 163-166, 1982.