

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM AGROECOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**SERGIO PEREIRA DE SOUZA JÚNIOR**

**PRODUTOS UTILIZADOS EM SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO E SUA  
SELETIVIDADE AO ÁCARO PREDADOR *Neoseiulus californicus***

MARINGÁ  
2020

**SERGIO PEREIRA DE SOUZA JÚNIOR**

**PRODUTOS UTILIZADOS EM SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO E SUA  
SELETIVIDADE AO ÁCARO PREDADOR *Neoseiulus californicus***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Alves de Albuquerque

MARINGÁ  
2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S729p	<p>Souza Júnior, Sergio Pereira de</p> <p>Produtos utilizados em sistema de cultivo orgânico e sua seletividade ao ácaro predador <i>Neoseiulus californicus</i> / Sergio Pereira de Souza Júnior. -- Maringá, PR, 2020. 67 f.: il. color., figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Fernando Alves de Albuquerque. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2020.</p> <p>1. <i>Neoseiulus californicus</i> (Acari : Phytoseiidae). 2. Controle de ácaro rajado. 3. Controle biológico. 4. Agricultura orgânica. 5. <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>. I. Albuquerque, Fernando Alves de , orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 631.86</p>
-------	---

**SERGIO PEREIRA DE SOUZA JÚNIOR**

**“PRODUTOS UTILIZADOS EM SISTEMA DE CULTIVO  
ORGÂNICO E SUA SELETIVIDADE AO ÁCARO PREDADOR  
*Neoseiulus californicus*”**

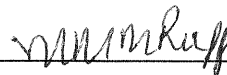
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia – Mestrado profissional, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências para a obtenção do Diploma de Título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Alves de Albuquerque.

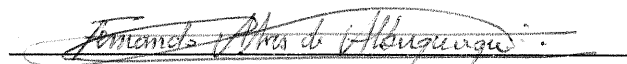
APROVADO em 24 de março de 2020.



Prof. Dr. **Fernando Teruhiko Hata**



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. **Maria Marcelina Millan Rupp**



Prof. Dr. **Fernando Alves de Albuquerque**  
Orientador

## DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus pela oportunidade e alegria em percorrer este caminho com saúde e alegria. Aos meus amados filhos Marília e Nathan, a minha amada esposa Adriana e aos meus pais Sergio e Ercília e aos demais familiares e amigos que sempre me apoiaram e ajudaram, dedico este trabalho.

## **AGRADECIMENTO**

A minha amada esposa Adriana e aos meus filhos Marília e Nathan, pela paciência e ajuda durante a condução deste trabalho.

Ao meu orientador e amigo, prof. Dr. Fernando Alves de Albuquerque, pelos ensinamentos, paciência e contribuição durante todas as etapas deste trabalho.

A Coordenação do Mestrado Profissional em Agroecologia e a todos os professores envolvidos no programa, pela dedicação, comprometimento e engajamento.

As minhas amigas Thais e Eveli, que me auxiliaram na condução do experimento e a todos os amigos do laboratório experimental da IHARA.

Ao meu amigo João Conrado pela ajuda e paciência durante o período de estudo no mestrado.

A minha amiga Shalene por toda a ajuda e apoio durante o período de mestrado.

A todos que participaram diretamente e indiretamente deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

## EPIGRAFE

“Esforçar-se mais que todos. Cada passo no trabalho pode ser modesto, mas o avanço deve ser firme e infatigável”.

(Kazuo Inamori)

## RESUMO

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é uma das pragas mais importantes dentro dos sistemas de cultivo agrícola. Um dos métodos de controle desta praga que vem crescendo é o controle biológico aplicado, mediante liberações de ácaros fitoseídeos. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) é um ácaro predador que vem sendo utilizado em larga escala no controle do ácaro rajado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de sete produtos: cinco liberados para a agricultura orgânica e dois não liberados em sistema orgânico de cultivo, sobre adultos do ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor), em duas populações comerciais de diferentes empresas. Os tratamentos avaliados foram: Testemunha, FitoNeem® (3 L/ha), Detergente Neutro YPE (10 mL/L), Calda bordalesa (200 L/ha), Tracer® (200 mL/ha), Abamex® (75 mL/100L), Nimbus® (0,25% v/v) e Ecoshot® (3 Kg/1000L). A avaliação da mortalidade de adultos foi efetuada aos 1, 3 e 5 dias após aplicação dos tratamentos (DAA). A avaliação para a contagem de ovos mais ninfas foi realizada juntamente com a contagem de adultos, sendo apresentados os resultados finais aos cinco dias após aplicação. Com base nos resultados obtidos, constatou-se que: o tratamento Abamex® causou mortalidade de até 100% para *N. californicus* da marca comercial Spical® e mortalidade de até 49,25% para *N. californicus* da marca comercial Neomip Max®, aos 5 DAA; a mortalidade causada pelo tratamento Detergente neutro YPE foi de até 66,38% para *N. californicus* Spical® e de até 31,34% para *N. californicus* Neomip Max®, aos 5 DAA; o tratamento à base de Calda bordalesa apresentou pouco impacto sobre a população de *N. californicus* (Spical®) e nenhuma toxicidade sobre *N. californicus* (Neomip Max®); o tratamento Tracer® causou mortalidade de até 68,1% para *N. californicus* Spical® e nenhuma toxicidade para *N. californicus* Neomip Max® até os 5 DAA, enquanto o tratamento FitoNeem® causou mortalidade de até 36,36% para *N. californicus* Spical® e nenhuma toxicidade para Neomip Max® até os 5 DAA; Nimbus® causou mortalidade de até 53,45% para *N. californicus* Spical® e mortalidade de até 43,28% para *N. californicus* Neomip Max®, aos 5 DAA; o tratamento Ecoshot® causou mortalidade de até 21,21% para *N. californicus* Spical® aos 3 DAA e nenhuma toxicidade para *N. californicus* Neomip Max® até os 5 DAA. Em síntese, constatou-se que a população de *N. californicus* (Neomip Max®) mostrou maior tolerância aos produtos testados, quando comparada com a população de *N. californicus* (Spical®).

**Palavras-chave:** Phytoseiidae; *Bacillus amyloliquefaciens*; ácaro rajado; controle biológico.



## Abstract:

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, is one of the most important pests within agricultural cultivation systems. One of the methods of control of this growing pest is the biological control applied, by releasing phytoseiid mites. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) is a predatory mite that has been used on a large scale in the control of the two-spotted spider mite. The objective of this work was to evaluate the selectivity of seven products: five released for organic agriculture and two not released in organic cultivation system, on adults of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor), in two commercial populations of different companies. The treatments evaluated were: Untreated Check, FitoNeem® (3 L / ha), Neutral Detergent YPÊ (10 mL / L), Bordeaux mixture (200 L / ha), Tracer® (200 mL / ha), Abamex® (75 mL / 100L), Nimbus® (0.25% v / v) and Ecoshot® (3 Kg / 1000L). The evaluation of adult mortality was performed at 1, 3 and 5 days after application of treatments (DAA). The evaluation for the count egg plus nymphs was performed together with the adult count, with the final results being presented five days after application. Based on the results obtained, it was found that: the Abamex® treatment caused mortality of up to 100% for *N. californicus* of the trademark Spical® and mortality of up to 49.25% for *N. californicus* of the trademark Neomip Max®, at 5 DAA; the mortality caused by the neutral detergent YPÊ treatment was up to 66.38% for *N. californicus* Spical® and up to 31.34% for *N. californicus* Neomip Max®, at 5 DAA; the treatment based on Bordeaux mixture had little impact on the population of *N. californicus* (Spical®) and no toxicity on *N. californicus* (Neomip Max®); the Tracer® treatment caused mortality of up to 68.1% for *N. californicus* Spical® and no toxicity for *N. californicus* Neomip Max® up to 5 DAA, while the treatment FitoNeem® caused mortality of up to 36.36% for *N. californicus* Spical® and no toxicity to Neomip Max® up to 5 DAA; Nimbus® caused mortality of up to 53.45% for *N. californicus* Spical® and mortality of up to 43.28% for *N. californicus* Neomip Max®, at 5 DAA; the Ecoshot® treatment caused mortality of up to 21.21% for *N. californicus* Spical® at 3 DAA and no toxicity for *N. californicus* Neomip Max® up to 5 DAA. In summary, it was found that the population of *N. californicus* (Neomip Max®) showed greater tolerance to the products tested, when compared to the population of *N. californicus* (Spical®).

**Keywords:** Phytoseiidae; *Bacillus amyloliquefaciens*; two-spotted spider mite; biological control.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Produtos utilizados nos bioensaios toxicológicos em duas populações de ácaros predadores <i>Neoseiulus californicus</i> .....	18
<b>Tabela 2.</b> Número médio de adultos de <i>Neoseiulus californicus</i> (Spical®) vivos (n=30) e porcentagem de mortalidade (%M) após aplicação de produtos fitossanitários.....	21
<b>Tabela 3.</b> Média de número de ovos mais ninfas de <i>Neoseiulus californicus</i> (Spical®) aos cinco dias após a aplicação dos produtos.....	23
<b>Tabela 4.</b> Número médio de adultos de <i>Neoseiulus californicus</i> (Neomip Max®) vivos (n=15) e porcentagem de mortalidade (%M) após aplicação de produtos fitossanitários.....	23
<b>Tabela 5.</b> Média de número de ovos mais ninfas de <i>Neoseiulus californicus</i> (Neomip Max®) aos cinco dias após a aplicação dos produtos.....	25
<b>Tabela 6.</b> Análise comparativa das taxas de mortalidade do ácaro predador <i>Neoseiulus californicus</i> Spical® e <i>N. californicus</i> Neomip Max® .....	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>2.1 Controle de artrópodes na agricultura orgânica</b> .....	13
<b>2.2 Utilização de caldas, microrganismos, predadores e parasitoides para o controle de pragas na agricultura orgânica</b> .....	14
<b>2.3 Ácaros fitófagos e ácaros predadores</b> .....	15
<b>2.3.1 Ácaros fitoseídeos</b> .....	17
<b>2.4. Seletividade de produtos para inimigos naturais</b> .....	20
<b>2.4.1 Características dos produtos Ecoshot, FitoNeen, Detergente neutro YPE, Tracer, Calda bordalesa, Abamex e Nimbus</b> .....	22
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
<b>3.1 Procedimentos do bioensaio utilizando o ácaro predador <i>N. californicus</i> da marca comercial Spical®</b> .....	30
<b>3.2 Procedimentos do bioensaio utilizando o ácaro predador <i>N. californicus</i> da marca comercial Neomip Max®</b> .....	31
<b>3.3 Delineamento experimental</b> .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
<b>4.1 Avaliação da seletividade de produtos para ácaros adultos da espécie <i>N. californicus</i> (Spical®)</b> .....	34
Tabela 2. Número médio de adultos de <i>Neoseiulus californicus</i> (Spical®) vivos (n=30) e porcentagem de mortalidade (%M) após aplicação de produtos fitossanitários. Sorocaba, SP, 2019.....	34
<b>4.3 Avaliação da seletividade de produtos para ácaros adultos <i>N. californicus</i> (Neomip Max®)</b> .....	36
<b>4.5 Resultados comparativos das taxas de mortalidade do ácaro predador <i>N. californicus</i> (Spical®) com as taxas de mortalidade do ácaro predador <i>N. californicus</i> (Neomip Max®)</b> .....	38
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	45
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46

<b>ANEXO 1. Especificações dos tratamentos utilizados em ambos os experimentos.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO 2. Fotos referentes aos experimentos realizados.....</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção orgânica na agricultura, um dos principais braços da Agroecologia, vem ganhando cada vez mais espaço nas propriedades rurais grandes e pequenas, em busca de fornecer alimentos mais saudáveis, livres dos agrotóxicos utilizados na agricultura convencional.

O mercado global de produtos orgânicos, sob a liderança dos Estados Unidos, Alemanha, França e China, movimentou o volume recorde de US\$ 97 bilhões, em 2017 (BRASIL, 2019). O balanço foi feito pela Federação Internacional de Movimentos da Agricultura Orgânica (Ifoam) (IFOAM, 2018).

Para o ano de 2018, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) apontou que o número de produtores orgânicos registrados no país somou 17.075 entidades produtoras, das quais cerca de 70% são produtores de agricultura familiar (BRASIL, 2018).

O mercado brasileiro de orgânicos faturou em 2018 cerca de R\$ 4 bilhões, resultado 20% maior do que o registrado em 2017, segundo o Conselho Brasileiro da Produção Orgânica e Sustentável (ORGANIS, 2017).

A legislação brasileira a respeito da produção orgânica dá tratamento diferenciado aos agrotóxicos e insumos destinados a uso na agricultura orgânica. Os agrotóxicos e afins que tiverem em sua composição apenas produtos permitidos pela legislação de orgânicos, recebem, após o devido registro, a denominação de “produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica” (BRASIL, 2015).

Publicada pelo Ministério da Agricultura, MAPA, a Instrução Normativa 46, de 06 de outubro de 2011, alterada pela IN 17/2014, cita uma série de substâncias que podem ser utilizadas como insumos na agricultura orgânica. A IN 46 traz ainda algumas restrições, como a proibição de insumos que apresentem propriedades mutagênicas ou carcinogênicas (BRASIL, 2011).

Fazem parte também dos produtos liberados para agricultura orgânica aqueles que contêm agentes biológicos como fungos, vírus e bactérias, além de predadores e parasitoides, que podem ser liberados no controle das pragas presentes nas mais diferentes culturas, desde que não seja realizada utilização de organismos geneticamente modificados, tornando-se assim uma importante ferramenta de manejo para a produção agrícola.

Pesquisas mostram que os produtos para uso no manejo integrado de pragas (MIP) devem combinar controle eficiente da praga com o menor impacto sobre a atividade dos inimigos naturais, sendo essa interação de produtos químicos com o controle biológico crucial para o sucesso do agronegócio (BUENO e FREITAS, 2004). Assim, os inseticidas e acaricidas seletivos, bem como herbicidas, fungicidas e outros produtos químicos e biológicos, devem ter sempre a preferência para que os inimigos naturais sejam preservados (BUENO *et al.*, 2008).

São diversas as pragas (insetos e ácaros) que atacam as culturas, seja em cultivo convencional ou orgânico, e a supressão de suas populações tem sido cada vez menos eficiente em função da baixa eficiência dos produtos aplicados. Dentre as pragas que mais causam prejuízo as culturas estão os ácaros fitófagos, com destaque para o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch.

O ataque do ácaro rajado provoca mosqueado ou clorose nas folhas, bronzeamento, perda de vigor, redução na produção, desfolhamento, murchamento permanente, atrofiamento e até morte das plantas (FADINI, PALLINI e VENZON, 2004).

O uso do ácaro predador *Neoseiulus californicus* McGregor para o controle do ácaro rajado (*T. urticae*) em sistema de cultivo orgânico pode ser considerado uma eficiente ferramenta (FERREIRA, 2016). No entanto, por se tratar de um organismo vivo, o uso do ácaro predador deve ser realizado com cuidado, para que o mesmo permaneça protegendo a cultura pelo maior tempo possível, para que seja uma ferramenta confiável, evite o aumento de custos para o produtor e diminua ao máximo o impacto ambiental e a necessidade do uso de acaricidas.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a seletividade de alguns produtos frequentemente utilizados em sistemas de cultivo orgânico, ao ácaro predador *N. californicus*, em condições de laboratório.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Controle de artrópodes na agricultura orgânica

Vários foram os processos decisórios para se chegar a produção orgânica de alimentos e outros produtos agrícolas sem o uso intensivo de agrotóxicos.

Com a expansão da área agrícola nas últimas décadas, o uso de agrotóxicos foi a base para a manutenção da atividade frente ao desequilíbrio entre pragas e patógenos e o ambiente de plantio, e tal ação manteve forte impacto negativo ao meio ambiente e a saúde humana (MUNERET *et al.*, 2018; TILMAN, CLARK, 2014). Na agricultura orgânica, o controle de pragas pode ser obtido por meio de medidas preventivas e curativas, concentrando-se no controle preventivo (STOLERU *et al.*, 2014).

Segundo Tivelli (2013), o controle de pragas e doenças na agricultura orgânica começa com o planejamento holístico da propriedade, onde se deve “aplicar” os conhecimentos de agroecologia.

O manejo de pragas em sistemas orgânicos de produção é um dos principais desafios encontrados pelos agricultores e técnicos. Segundo Venzon *et al.* (2010), para o sucesso no manejo de pragas nesses sistemas é necessário compreender e manipular interações ecológicas que garantam a manutenção dos artrópodes fitófagos em baixos níveis populacionais. Em geral, isso pode ser obtido pela manipulação da biodiversidade local, utilizando estratégias variadas e integradas para minimizar a necessidade de medidas curativas de controle.

Segundo Cassman (1999), o conceito de intensificação ecológica é uma das promessas de sinergia entre altos rendimentos e impactos ambientais reduzidos num meio de produção. Tal conceito baseia-se na otimização das funções ecológicas que dão suporte aos serviços ecossistêmicos para aumentar a produtividade dos agroecossistemas (BOMMARCO, KLEIJN e POTTS, 2013). Assim, dentre os serviços apoiados pela biodiversidade, o controle biológico de pragas é uma prática determinante que tende a afetar a produtividade das culturas e pode contribuir significativamente para a redução no uso de agrotóxicos. Entretanto, a implantação em larga escala de sistemas agrícolas que utilizam os processos e serviços ecológicos, como o caso do controle biológico, exige a identificação de práticas benéficas e a avaliação do desempenho de tais sistemas para diferentes

ambientes (TITTONELL, 2014). Para tanto, devem ser exploradas as características das plantas e dos sistemas que promovam a conservação e o aumento dos inimigos naturais e a consequente diminuição da incidência dos artrópodes fitófagos. As medidas curativas de controle, como o controle biológico aumentativo, o cultural, a utilização de semioquímicos, dentre outras, devem ser utilizadas como métodos complementares e não como estratégia principal de defesa, uma vez que a utilização isolada dessas medidas não leva a um controle sustentável em longo prazo (VENZON *et al.*, 2010).

Outro aspecto importante é a seleção de variedades, onde é possível selecionar variedades de plantas resistentes a pragas, seja através de barreiras físicas, como no caso de parede celular mais espessa, presença de tricomas nas folhas, ou mesmo composição com substâncias que atraem o inimigo natural até as plantas ou que produzam substâncias que afetem a alimentação dos insetos pragas, como o tanino. (ZANUNCIO JÚNIOR *et al.*, 2018; BETTIOL, CAMPANHOLA, 2003; PRATES JÚNIOR, OLIVEIRA e BARBOSA, 2011).

## **2.2 Utilização de caldas, microrganismos, predadores e parasitoides para o controle de pragas na agricultura orgânica**

Uma das principais técnicas utilizadas no controle de pragas na agricultura orgânica é o uso de extratos de plantas e caldas fitoprotetoras, através da pulverização aérea nas mais variadas culturas. (AFONSO *et al.*, 2007; ANDRADE, *et al.*, 2007).

Com relação aos extratos de plantas utilizadas no controle de pragas, encontra-se, por exemplo, o extrato de nim (*Azadirachta indica*), sendo um dos destaques na adoção pelo produtor no controle de pragas. Seus derivados possuem ação de contato, ação sistêmica e translaminar. Outros extratos também são utilizados na agricultura orgânica, como extrato de pimenta, fumo, alho, cinamomo e manipueira (VENZON *et al.*, 2010).

Dentre as caldas fitoprotetoras encontram-se principalmente a calda sulfocálcica, obtida pelo tratamento térmico do enxofre e cal. Tem sido utilizada com sucesso no controle de cochonilhas e de ácaros em diversas culturas como café, olerícolas e fruteiras (MELO *et al.*, 2011; FERREIRA, OLIVEIRA, 2016).



Diversos predadores e parasitóides para liberação massal estão disponíveis para utilização no controle de pragas na agricultura orgânica, como ácaros da família Phytoseiidae, (*Trichogramma* spp.), além de microrganismos, como bactérias (*Bacillus thuringiensis*), fungos (*Beauveria bassiana*) e vírus (*Baculovirus*) que podem ser utilizados como bioinseticidas (Sujii *et al.*, 2010; Sato, *et al.*, 2009), os quais são produtos recomendados e aceitos pela maioria das certificadoras de produção orgânica.

Paula Júnior *et al.* (2009), disponibilizaram uma listagem dos principais produtos biológicos para o controle de pragas e doenças comercializados no Brasil. O uso de fungos entomopatogênicos para o controle de pragas no Brasil foi feita através de uma revisão por Michereff Filho *et al.* (2009) e anteriormente por Farias e Wraight (2007).

Comercialmente, existem diversos produtos considerados aptos para utilização no controle biológico. Sampaio (2018) fez um levantamento sobre biodefensivos, e constatou que foi possível verificar o registro de quase 300 itens para vários alvos biológicos (pragas) e aptos para utilização em todos os cultivos agrícolas. Quando considerou o registro dos biodefensivos por classe, constatou que os produtos voltados ao controle de insetos se destacam, com 65% de bioinseticidas e 7% de inseticidas microbiológicos. Ainda em seu trabalho, Sampaio (2018) verificou que os bioinseticidas em destaque possuem ingredientes ativos como a bactéria *Bacillus thuringiensis* com 38% do total de registros, além dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, que representam, respectivamente, 9% e 11% do total de produtos registrados.

### **2.3 Ácaros fitófagos e ácaros predadores**

Os ácaros fitófagos atacam diversas culturas de importância econômica, como o morango, soja, milho, algodão, citros, entre outras. Os ácaros praga de ocorrência no Brasil e os problemas ocasionados por estes não diferem do que ocorre em nível mundial (MORAES, 2001).

Ácaros da família Tetranychidae são relatados como pragas importantes de diversas culturas. O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é considerado praga chave em diversas culturas de importância econômica (Moraes e Flechtmann, 2008), como no caso da cultura do morango, sendo uma das principais pragas desta

cultura. Esse artrópode normalmente apresenta coloração esverdeada, com duas manchas dorsais escuras, devido ao acúmulo de massa alimentar nestes pontos (MORAES e FLECHMANN, 2008).

Ao se alimentar do conteúdo celular, causa o amarelecimento da folha reduzindo a capacidade fotossintética da planta. Mesmo preferindo a parte abaxial da folha, onde produz uma grande quantidade de teia, causando manchas branca-prateadas, o seu dano direto também pode ser evidenciado com facilidade na face superior da folha, observando-se nesse caso puncturas cloróticas que evoluem até o secamento da folha (UECKERMANN *et al.*, 2013).

No cultivo convencional, o ácaro rajado é controlado com o uso de acaricidas químicos. Tal tipo de controle está sofrendo resistência dos consumidores devido à dificuldade em respeitar o período de carência e pela toxicidade dos produtos utilizados, mas com o cultivo de alimentos dentro do sistema de produção orgânica, vários estudos demonstram que ácaros predadores da família Phytoseiidae podem controlar, de forma efetiva, populações de ácaro rajado nesta cultura (FERLA, MARCHETTI e GONÇALVEZ, 2007).

O emprego de ácaros predadores tem se destacado em vários países, inclusive no Brasil, como ferramenta viável para o controle biológico aplicado de ácaros e insetos praga em diversas culturas, onde tradicionalmente o controle químico é utilizado como estratégia exclusiva e muitas vezes o principal causador de desequilíbrio (BARBOSA *et al.*, 2017).

Existem alguns fatores que impulsionam o uso dos ácaros predadores para o manejo de pragas, dentre eles está a segurança ao aplicador, meio ambiente e ao consumidor final. Há também a possibilidade do manejo da resistência de ácaros e insetos praga aos defensivos químicos e a isenção de um período de carência entre a aplicação (através da liberação do predador) e a colheita, o que é indispensável quando se emprega o controle químico, e extremamente crítico quando utilizam defensivos agrícolas sem o devido cuidado (FERREIRA e OLIVEIRA, 2016). Além disso, os métodos empregados para liberação de ácaros predadores em campo são práticos e rápidos, permitindo com que o agricultor otimize seu tempo, gerenciando outras atividades em seu cultivo, além do controle de pragas (SATO, *et al.*, 2009; BERNARDI *et al.*, 2010).

As principais famílias de ácaros que incluem espécies predadoras são Anystidae, Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Phytoseiidae e Stigmaeidae.

Destacam-se dentre estes ácaros, os ácaros fitoseídeos, sendo que em todo mundo são conhecidas mais de 2.250 espécies, das quais cerca de 140 já foram reportadas no Brasil (MORAES *et al.*, 2004; CARRILLO, MORAES e PEÑA, 2015).

### 2.3.1 Ácaros fitoseídeos

Os ácaros fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) raramente são maiores do que 0,5 mm quando adultos. Caracterizam-se taxonomicamente por apresentar nos estágios de deutoninfa e adulto um único escudo dorsal o qual apresenta um número máximo de 20 pares de setas. Nas pernas podem ser observadas “macrosetas”, que apresentam um tamanho significativamente maior do que as demais setas presentes nesse apêndice (MORAES e FLECHMANN, 2008).

De acordo com McMurtry, Moraes e Sourassou (2013), esses ácaros movem-se mais rapidamente do que suas presas e comumente são brilhantes. Possuem um ciclo de vida curto, sendo que em condições climáticas favoráveis e com boa disponibilidade de alimento, completam o desenvolvimento de ovo até adulto em aproximadamente uma semana.

A maioria das espécies desta família apresenta um modo de reprodução denominado como pseudo-arrenotoquia ou parahaploidia. Neste tipo de reprodução, ambos os sexos são originários de ovos diplóides (2n) fecundados, porém, poucas horas após a fecundação, ocorre a perda do conjunto de cromossomos de origem paterna em alguns indivíduos, os quais darão origem aos machos haplóides (n). O período de oviposição geralmente varia entre 15 e 30 dias, sendo que as fêmeas ovipositam em média dois ovos por dia, dependendo da espécie e da fonte de alimento dentre outros fatores (HOY, 1985; MORAES e FLECHTMANN, 2008).

Os ácaros fitoseídeos podem ser divididos em quatro grupos distintos (I, II, III e IV), classificados de acordo com o hábito alimentar (MCMURTRY e CROFT, 1997; MCMURTRY, MORAES e SOURASSOU, 2013):

- GRUPO I: Os predadores pertencentes ao grupo I são especialistas, alimentando-se exclusivamente de ácaros fitófagos do gênero *Tetranychus* (subtipo I,a), da família Tetranychidae (subtipo I,b) e Tydeoidea (subtipo I,c).

- GRUPO II: Os ácaros do grupo II são considerados predadores específicos de ácaros, porém, de modo contrário aos especialistas do grupo I, podem predar

ácaros pertencentes a vários gêneros e famílias, mas preferem ácaros da família Tetranychidae.

- GRUPOS III e IV: Os ácaros fitoseídeos pertencentes aos grupos III e IV são generalistas, podendo sobreviver e reproduzir-se sobre as mais diversas fontes de alimento tais como ácaros, pequenos insetos, pólen de plantas, fungos, etc.

Os predadores pertencentes ao grupo IV levam uma pequena vantagem em termos reprodutivos, quando consomem apenas pólen de plantas, ao invés de presas ativas. Mesmo apresentando diferentes hábitos alimentares, nenhum dos ácaros fitoseídeos provocam danos econômicos às plantas (POLETTI, 2010).

As principais espécies de ácaros fitoseídeos utilizadas em programas de controle biológico aplicado do ácaro rajado são aquelas pertencentes aos Grupos I e II, quanto ao hábito alimentar, destacando-se: *Phytoseiulus persimilis* e *Neoseiulus californicus*, na cultura do morango, crisântemo, gérbera, maçã e pêssigo, dentre outras (BELLINI *et al.*, 2006; FERLA, MARCHETTI e GONÇALVEZ, 2007).

Os adultos destas duas espécies são facilmente diferenciados em campo, sendo que *N. californicus* normalmente apresenta coloração que varia de palha a amarelo-escuro e *P. macropilis* coloração avermelhada (POLETTI, 2010).

Além das diferenças morfológicas e taxonômicas entre *N. californicus* e *P. macropilis* outro importante aspecto que diferencia essas espécies é o hábito alimentar (MCMURTRY e CROFT, 1997), onde apesar de *N. californicus* alimentar-se preferencialmente do ácaro rajado, na ausência desta presa pode consumir outras fontes de alimentos tais como pequenos insetos, outras espécies de ácaros fitófagos ou até mesmo pólen. O ácaro *P. macropilis* é especialista quanto ao hábito alimentar consumindo exclusivamente ácaros pertencentes ao gênero *Tetranychus*. Os ácaros especialistas reproduzem-se mais rapidamente do que os generalistas quando a disponibilidade de alimento é elevada (POLETTI, 2010; MCMURTRY, MORAES e SOURASSOU, 2013)

Quando a densidade populacional do ácaro rajado é baixa, *P. macropilis* normalmente se dispersa para fora da área de cultivo em busca de grande quantidade de alimento. Por outro lado, em condições de escassez da presa, *N. californicus* pode permanecer na cultura consumindo outras fontes de alimento. Segundo Poletti (2007), em altas populações de *T. urticae*, há formação de grande quantidade de teia, o que afeta a mobilidade dos ácaros *N. californicus*, prejudicando o controle biológico exercido por essa espécie.

O excesso de disponibilidade de alimento é outro fator que contribui para essa baixa migração dos predadores. Considerando-se as diferenças entre essas espécies, normalmente recomenda-se que *N. californicus* seja introduzido na cultura no início da infestação da praga. Nestas condições esse predador será capaz de manter a densidade populacional do ácaro rajado abaixo do nível de dano econômico por um longo período (AJILA *et al.*, 2019).

Para que a introdução de *N. californicus* seja realizada no momento correto é muito importante que a ocorrência do ácaro rajado seja monitorada periodicamente. No entanto, verifica-se que o produtor costuma realizar as liberações deste ácaro predador somente quando observa os sinais de puncturas do ataque do ácaro rajado as folhas das plantas (BUENO e POLETTI, 2009).

Um exemplo de do uso de *N. californicus* e *P. macropilis* isoladamente ou de forma combinada para o controle do ácaro rajado em plantas ornamentais foi apresentado no trabalho realizado na cultura do crisântemo, que demonstrou a viabilidade do emprego combinado de *N. californicus* e *P. macropilis* quando a densidade populacional inicial do ácaro rajado foi igual ou superior a 10 ácaros/folíolo (POLETTI, 2007).

O uso dos ácaros predadores nos últimos anos tem se consolidado como ferramenta importante para o sucesso de programas de manejo de pragas em diversos países. Inúmeras biofábricas produzem e distribuem esses inimigos naturais em várias partes do mundo (MONTEIRO, 2017). Nos últimos anos no Brasil, diversos trabalhos científicos foram realizados em centros de pesquisas, universidades públicas e privadas, e diversas dessas pesquisas tem apontado o potencial dos ácaros predadores para o manejo de ácaros e insetos praga, o que tem despertado o interesse de técnicos e agricultores ligados ao setor (POLETTI, 2010).

Devido ao alto controle de ácaros fitófagos por meio do uso de ácaros predadores, e pelo investimento sendo realizado constantemente por meio de pesquisas e novas instalações de biofábricas, o produtor está conseguindo ter acesso a uma nova técnica limpa e sustentável no controle de pragas em suas lavouras.

## 2.4. Seletividade de produtos para inimigos naturais

A utilização de inseticidas seletivos no manejo de pragas minimiza a exposição de inimigos naturais e, ao mesmo tempo, controla as espécies pragas (CARVALHO, *et al.*, 2005).

Na agricultura moderna, os defensivos agrícolas devem ser utilizados somente quando esgotadas todas as alternativas de controle e de maneira emergencial, por meio do uso de produtos seletivos (BOLLER, *et al.*, 2004).

A ação de inimigos naturais promove aumento da competição interespecífica, diminuição da ressurgência de pragas, diminuição da possibilidade de pragas secundárias causarem danos econômicos e, ainda, diminuição das chances de evolução de resistência das populações de pragas aos inseticidas utilizados (DEGRANDE *et al.*, 2003).

A presença de organismos que exercem o controle biológico de pragas (predadores, parasitoides e patógenos) é indispensável como fator de equilíbrio no agroecossistema das mais diversas culturas. Esta presença minimiza a necessidade de intervenção do homem, mediante outros métodos de redução de populações de insetos (ARAÚJO, 2017).

O defensivo agrícola ideal, sob o ponto de vista da produção agrícola e do Manejo Integrado de Pragas (MIP), seria aquele que apresenta seletividade total, ou seja, que eliminasse apenas a praga visada ou alvo e preservasse os inimigos naturais, evitando com isso o desequilíbrio biológico.

Os produtos químicos utilizados no controle de pragas e doenças podem ou não apresentar seletividade, sendo que esta pode ser de dois tipos: seletividade fisiológica ou seletividade ecológica. A seletividade fisiológica é aquela inerente ao produto em si e se caracteriza por diferenças fisiológicas entre as pragas, predadores e parasitoides, sendo que as pragas são mortas a uma concentração do produto que não afeta os inimigos naturais. Já a seletividade ecológica baseia-se nas diferenças ecológicas existentes entre as pragas e os inimigos naturais. Pode-se obter seletividade ecológica dos defensivos agrícolas em função da "estratégia de aplicação" a ser adotada no controle das pragas (SANTOS *et al.*, 2012).

Para Soares, Nascimento e Silva (2008), o uso de inseticidas/acaricidas de amplo espectro frequentemente induz a um aumento no número de aplicações durante o ano, devido à eliminação dos agentes biorreguladores (predadores,

parasitóides e fungos entomopatogênicos). Na ausência destes agentes, as pragas-chaves podem desenvolver-se livres da ação de controle exercida por estes organismos.

Com a descoberta de novos inimigos naturais que estão sendo disponibilizados ao agricultor através das biofábricas, faz-se necessário o constante estudo de seletividade dos mais diversos produtos liberados para sistema orgânico ou convencional, visando assim o uso adequado do agente biológico e evitando o aumento no custo do manejo nas mais diversas culturas (BUENO *et al.*, 2017).

Pesquisadores se concentraram cada vez mais em organismos intracelulares, como bactérias produtoras de toxinas, como por exemplo *Bacillus thuringiensis*, que podem produzir proteínas de cristal chamadas  $\delta$ -endotoxinas, que são comumente usadas como inseticidas biológicos (NEETHU, PRIJI e UNNI, 2016). Pesquisas adicionais foram realizadas sobre potenciais cepas produtoras de acaricidas, como *Pseudomonas putida* (AKSOY *et al.*, 2008).

Para que ocorra o desenvolvimento de programas eficazes de manejo integrado de pragas, a determinação da compatibilidade de defensivos químicos com inimigos naturais de pragas se faz de extrema importância (BIOND *et al.*, 2012). Segundo Curtis (1985) e Roush (1989), diversos defensivos químicos são utilizados sozinhos ou em combinação, e assim se faz necessária a seleção destes tratamentos, visando além da correta utilização, a proteção do meio em que está sendo aplicado.

Quando se trata da agricultura orgânica, pouco se conhece da toxicidade dos produtos utilizados para o controle de pragas no sistema, sobre a população de inimigos naturais (ROSA *et al.*, 2015). Desta forma, é de suma importância a constante pesquisa sobre a seletividade destes produtos em relação aos diversos organismos presentes neste sistema de cultivo.

Mourão *et al.* (2004), avaliaram a toxicidade relativa dos extratos de folha, semente e óleo de torta de *Azadirachta indica* (nim) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae) e para fêmeas adultas de *Oligonychus ilicis* (principal ácaro que ataca o cafeeiro) em laboratório e como resultado, determinaram que as concentrações dos extratos de nim que mataram 99% de *O. ilicis*, após 72h de exposição foram: 277,4; 520,9 e 10,9 mg/ml, para folha, semente e óleo de torta, respectivamente. A concentração discriminatória do extrato de óleo de torta de nim para fêmeas adultas de *O. ilicis* foi altamente tóxica

ao ácaro *I. zuluagai*, enquanto que as dos extratos de folha e de semente foram seletivos.

#### **2.4.1 Características dos produtos Ecoshot, FitoNeen, Detergente neutro YPE, Tracer, Calda bordalesa, Abamex e Nimbus**

##### **2.4.1.1 ECOSHOT ®: *Bacillus amyloliquefaciens* cepa D-747**

*Bacillus amyloliquefaciens* é considerada uma bactéria promotora de crescimento de plantas, atuando indiretamente na supressão de doenças e diretamente na produção ou alteração da concentração de fitohormônios, fixação de nitrogênio, produção de sideróforos, dentre outros (Pill *et al.*, 2015). Devido à grande produção de metabólitos pela bactéria do gênero *Bacillus* e esta não ser prejudicial a humanos e animais, sua capacidade de produzir esporos garante a viabilidade no preparo de formulações com maior estabilidade (PÉREZ-GARCIA, ROMERO e VICENTE, 2011; LAGERLÖF *et al.*, 2015).

Segundo Li *et al.* (2019) poucas bactérias são relatadas como agentes de controle biológico de ácaros, explicando que tal situação se deve ao aparato bucal destes aracnídeos que dificultam a penetração e infecção das bactérias. Em seu estudo, estes autores conseguiram mapear a sequência genética da bactéria *Bacillus velezensis* W1, a qual foi isolada de ácaros *T. urticae* mortos naturalmente. Trata-se de uma cepa patenteada com alta capacidade de causar a morte desta espécie de ácaro, onde a sua atividade acaricida pode estar relacionada a fatores de virulência de bactérias patogênicas existentes em agrupamento de genes de proteínas estruturais relacionados ao colágeno, encontrados em seu genoma, os quais dão a capacidade a bactéria de produzir biofilmes que proporcionam a adesão da célula bacteriana as células hospedeiras (Zhao *et al.*, 2015),

De acordo com Kröber *et al.* (2016), *B. amyloliquefaciens* é uma bactéria Gram-positiva que também forma biofilmes, o qual é formado por uma população heterogênea de células móveis esporulantes. Este biofilme fornece proximidade necessária ao hospedeiro onde as secreções de metabólitos secundários com atividade de biocontrole atuam diretamente no alvo (KRÖBER *et al.*, 2016; VLAMAKIS *et al.*, 2008).



Yun *et al.* (2013) isolaram um metabólito produzido por *B. amyloliquefaciens* G1 capaz de causar a mortalidade do pulgão verde (*Myzus persicae*). Segundo estes autores, o metabólito é a base de surfactina, onde através de análises instrumentais mostrou um valor de CL50 de 35,82 µg/L, tratando-se do primeiro relato de surfactina como um metabólito inseticida contra esta espécie de pulgão.

O gênero *Bacillus* contém muitas espécies e a maioria é benéfica à agricultura, atuando de maneiras distintas. Siemering, Ruark e Gevens (2016), simplificou, através de uma lista, as espécies de *Bacillus* e sua funcionalidade dentro de um sistema de produção agrícola, como segue abaixo:

- *Bacillus amyloliquefaciens* (BAA): inoculante promotor de crescimento de plantas e utilizada no controle de doenças.

- *Bacillus thuringiensis* (Bt): contém muitas subespécies com alta capacidade para o controle de insetos.

- *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti): muito utilizado no controle de diversas espécies de mosca, especificamente suas larvas.

- *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Btk): amplamente utilizado no controle de larvas de mariposas.

- *Bacillus subtilis*: é comercializado como inoculante, supressor de doenças de plantas. Segundo o autor, até 1987, *B. amyloliquefaciens* era classificado como uma subespécie de *B. subtilis*, sendo atualmente reconhecido com espécies distintas.

- *Bacillus polymyxa*: é tida como fixadora de nitrogênio, mas não está disponível na forma de inoculante. A sua eficácia ainda depende de mais pesquisas.

- *Bacillus azotofixans*: também é uma espécie fixadora de nitrogênio, e também não está disponível como inoculante, pois ainda necessita de mais estudos sobre a sua eficácia.

#### 2.4.1.2 FitoNeem ®: *Azadirachta indica*

Produtos formulados à base de nim são extraídos das sementes da planta *Azadirachta indica* A. Juss. Trata-se de uma planta conhecida há mais de 5.000 anos na Índia e em países da Ásia Meridional, tendo suas folhas, frutos, sementes, óleo e raízes aplicados no controle de insetos praga. Pode ser utilizada

no controle de diversas pragas agrícolas, agindo como fago-inibidor e no desenvolvimento dos insetos/ácaros (SCHLESENER *et al.*, 2013).

A azadiractina é o principal composto com atividade inseticida do nim, pertencente ao grupo dos limonoides, também conhecidos como meliacinas ou tetranortriterpenoides, sendo os principais representantes da classe dos terpenoides que possuem atividade inseticida. Este composto se degrada mais rapidamente do que a maioria dos inseticidas químicos, indicando menor probabilidade de resistência em artrópodes pragas (HINCAPIÉ, LOPES e TORRES, 2008). Segundo Bernardi *et al.* (2010), sua utilização é vantajosa em razão de suas propriedades repelentes, compatibilidade com os inimigos naturais e curto efeito residual.

Schlesener *et al.* (2013), em trabalho visando avaliar a eficiência de controle e o efeito sobre a mortalidade, fecundidade, efeito ovicida e persistência biológica em *T. urticae* de dois produtos à base de nim (Azamax®: azadiractina A/B, 12g/L e Neemseto®: azadiractina A/B, nimbina e salanina, 2,389 g/L), observaram mortalidade máxima do ácaro rajado em 89,7% e 91,5% para Azamax® e Neemseto®. Também encontraram efeitos adversos sobre a fecundidade e viabilidade dos ovos e a persistência biológica foi de aproximadamente três dias após a aplicação dos tratamentos.

Medjo, Marcic e Milenković (2014), avaliaram o efeito tóxico e comportamental do inseticida biológico NeemAzal-T/S (emulsão contendo 10 g/L de azadirachtina A) em ovos, protoninfas, deutoninfas e fêmeas adultas de *T. urticae*, o qual exibiu vários níveis de toxicidade para os diferentes estágios de vida deste ácaro. Seus resultados indicaram que as larvas e as protoninfas apresentaram os menores valores de CL50 e LC90 entre os estágios pré-adultos. Já, as deutoninfas foram menos suscetíveis do que as larvas. O efeito acaricida do tratamento direto nos ovos se deu em decorrência da toxicidade residual para as larvas que eclodiram dos ovos tratados.

Quanto a seletividade de *A. indica*, diversos estudos divergem quanto a sua seletividade a inimigos naturais. Silva *et al.* (2013) avaliaram a toxicidade letal e subletal do óleo de nim Bioneem® para o ácaro predador *Proprioseiopsis neotropicus*, e constataram que a dose de óleo de nim que matou 50% da população (DL50) do ácaro predador *P. neotropicus* foi de 7,5 µl / cm<sup>2</sup>. Verificaram também que a taxa instantânea de aumento do ácaro predador *P. neotropicus* não variou com o aumento das dosagens de óleo de nim. Da mesma forma, a DL25 do óleo de nim

não afetou os parâmetros biológicos do ácaro predador, concluindo que o óleo de nim Bioneem® é seletivo para o ácaro predador *P. neotropicus*.

Já Yanar (2019), avaliou o efeito tóxico de NeemAzal-T/S (10 g de azadiractina), em diferentes doses (0,1 ml (NZ-1 \* 2), 0,05 ml (NZ-1), 0,025 ml (NZ-2), 0,01 ml (NZ-3), 0,005 ml (NZ-4) e 0,001 (NZ-5) / 10 ml de água) em *Metaseiulus occidentalis* e verificou uma taxa de mortalidade de 77,5% 24 horas após a aplicação na dose de 0,1 mL/10 mL de água. Para a dose comercialmente recomendada (0,05 mL/ 10 mL de água) a mortalidade foi de 62,31%, 70% e 73,07% após 24, 48 e 72 horas respectivamente, concluindo que tal produto pode ser considerado moderadamente tóxico ao ácaro predador *M. occidentalis*.

#### 2.4.1.3 Detergente neutro YPE (Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio)

Detergentes e sabões são surfactantes de origem animal ou sintética, relativamente baratos, fáceis de aplicar e permitidos na agricultura orgânica como tratamento pós-colheita (CURKOVIC, BURETT e ARAYA, 2007).

Como vantagem da utilização de detergentes como ferramenta no controle biológico, Weinzierl e Henn (1991), assim como Jensen (1999), relatam em seus trabalhos a baixa toxicidade ambiental, devido a sua excelente biodegradação.

Quanto ao impacto sobre a fauna benéfica, os detergentes têm sido considerados mais seletivos que os inseticidas químicos, devido a sua menor toxicidade sobre insetos e ácaros não pulverizados e a falta de atividade residual, sendo que a ameaça ocorre quando a pulverização é direta ou quando a solução persiste na folhagem, geralmente por curtos períodos, matando predadores e parasitoides (CURKOVIC, 2013; FAGAN *et al.*, 2010).

Szumlas (2002) relata que os detergentes são compatíveis com agentes de controle biológico, como insetos predadores, já que, estes na maioria das vezes, possuem a cutícula dura e/ou são bastantes móveis, possibilitando sua fuga no momento da pulverização.

O modo de ação dos detergentes, quando aplicados para controle de pragas, ainda não está bem definido e compreendido (CRANSHAW, 1996), isto porque não são conhecidos por agir em locais específicos, mas em múltiplos locais (CURKOVIC, 2007). Como mecanismo de ação, os detergentes promovem remoção de cera da praga, o deslocamento da praga e até afogamento (CURKOVIC, 2016).

De acordo com Liu e Stansly (2000), o sucesso na utilização de surfactantes depende do método de aplicação e de condições ambientais adequadas, onde calor e umidade excessivos contribuem para altos níveis de fitotoxicidade (VAVRINA, STANSLY e LIU, 1995).

#### 2.4.1.4 Calda bordalesa

A calda bordalesa é considerada um fungicida e bactericida eficaz, utilizada há décadas para o controle de doenças em diversas culturas. Possui alta capacidade de aderência, o que lhe torna uma excelente opção para proteção das plantas em dias de chuva, além da ação repelente contra alguns insetos (PSCHEIDT e OCAMB, 1999; MOTTA, 2008).

Não há muitas informações acerca da seletividade/toxicidade dos defensivos alternativos, especialmente sobre a seletividade da calda bordalesa. Aquino, Souza e Aguiar-Menezes (2015) avaliaram o efeito letal da calda bordalesa aplicada sobre o 1º e 2º instares larvais de *Eriopsis connexa*, e concluíram que a 1%, este composto não apresentou efeito tóxico sobre as larvas deste inseto.

#### 2.4.1.5 Tracer® (Espinósade)

O espinósade é encontrado em um grupo de lactonas macrocíclicas, as quais são inseticidas derivados da fermentação do actinomiceto de solo, *Saccharopolyspora spinosa*. São efetivos contra vários insetos praga, especialmente lepidópteros, thysanopteros e dípteros (SPARKS, CROUSE e DURST, 2001). Além disso, exibem um perfil ambiental e toxicológico favorável.

Inicialmente como modo de ação, causam contrações e tremores espontâneos dos músculos, estimulando neurônios no sistema nervoso central dos insetos (SALGADO, 1998), e excitam esse sistema quando aplicados diretamente sobre os insetos. Esses efeitos são consistentes com a ativação dos receptores nicotínicos de acetilcolina e também das funções GABA, que podem aumentar sua atividade (THOMPSON e HUTCHINS, 1999).

Segundo Sparks *et al.* (1996), o inseticida mais eficaz desse grupo foi introduzido no mercado com o nome comercial Tracer ®. Ainda segundo estes autores, é um agente de controle biológico considerado como pouco tóxico para

mamíferos, com perfil ambiental favorável. Entretanto, em algumas situações, o espinosade foi considerado tóxico para inimigos naturais, como relatado por Workman e Martin (2002) que verificaram em seu estudo que esta substância foi eficaz no controle de tripses na cultura da cebola mas nenhum inimigo natural foi encontrado nas parcelas do tratamento padrão ou tratadas com espinosade.

#### 2.4.1.6 Abamex® (Abamectina)

A abamectina pertence ao grupo químico das avermectinas, que são um grupo de lactonas macrocíclicas isoladas da fermentação do microrganismo *Streptomyces avermitilis* Burg, e que atuam como agonistas do GABA (BLOOMQUIST, 2001).

A abamectina possui alta afinidade a locais nas membranas neuronais de várias espécies de insetos (ARENA *et al.*, 1995) e no uso agrícola é uma mistura não inferior a 80% de avermectina B1a e não superior a 20% de avermectina B1b (FISHER e MROZIK, 1989).

Trata-se de um acaricida/inseticida de amplo espectro e é altamente tóxico para muitos artrópodes, incluindo ácaros, formigas, baratas e espécies de diversas espécies de lepidópteros (LASOTA e DYBAS, 1991).

Em alguns casos, a abamectina é considerada uma substância seletiva, com toxicidade relativamente baixa para muitos artrópodes não visados (DYBAS, 1989). Entretanto, Galvan *et al.* (2002) avaliaram a seletividade de 8 inseticidas em concentrações que corresponderam a 50% e 100% da dose recomendada para o controle de lagartas, a predadores de lagartas em citros e determinaram que a abamectina foi medianamente seletiva em favor de *Potopolybia exígua* e *Brachygastra lecheguana*.

Passos (2016) avaliou a toxicidade de cinco inseticidas (teflubenzuron, abamectina, clorantraniliprole, clorfenapir e cloridrato de cartape) recomendados para o controle de *Tuta absoluta*, para o predador *Macrolophus basicornis* (Stal, 1860) e chegou à conclusão de que o inseticida abamectina foi classificado como nocivo para ninfas e adultos de *M. basicornis*.

Apesar de sua rápida fotodecomposição após a aplicação, a abamectina fornece atividade residual no campo devido à sua ação translaminar, com rápida penetração da abamectina nas folhas. Vários autores relatam que o uso de óleo

mineral ou surfactantes em combinação com abamectina estende sua toxicidade residual foliar, especialmente para ácaros fitófagos, em casa de vegetação e em condições de campo (WRIGHT et al., 1985; MIZELL, SCHIFFHAUER e TAYLOR, 1986).

#### 2.4.1.7 Nimbus® (Óleo mineral)

Os óleos minerais usados são moléculas de hidrocarbonetos contendo de 15 a cerca de 50 átomos de carbono (US EPA, 2007; EFSA, 2012). Consistem em três classes principais de compostos: parafinas (alcenos lineares e ramificados), naftenos (cicloalcanos substituídos por alquil) e aromáticos (incluindo hidrocarbonetos polinucleares aromáticos (PAHs)), que geralmente são substituídos por alquil. Esses óleos minerais não tratados também podem conter pequenas quantidades de compostos contendo nitrogênio e enxofre (EFSA, 2012).

Somerville *et al.* (2012) relatam que os óleos foram utilizados para controle de insetos, plantas daninhas e agentes microbianos, antes do desenvolvimento dos defensivos agrícolas.

Como ferramenta no controle de pragas, os inseticidas a base de óleo mineral podem bloquear os orifícios de ar por onde os insetos respiram; nos ovos criam uma camada fina em sua superfície, dificultando a troca gasosa; em alguns casos o óleo mineral interfere no metabolismo normal do inseto, interagindo com os ácidos graxos do mesmo; assim como, pode causar a dureza de ovos, dificultar sua eclosão e podem dissolver a camada de cera externa no corpo dos insetos, causando uma desidratação (HELMY, KWAIZ e EL-SAHN, 2012).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar a seletividade de produtos utilizados no sistema de produção orgânica, para duas populações distintas do ácaro predador *Neoseiulus californicus*, mais a abamectina, produto comumente utilizado na agricultura convencional para o manejo do ácaro rajado. O tratamento à base de abamectina (Abamex®) não é recomendado para utilização na produção orgânica de alimentos e foi utilizado nos testes com a finalidade de comparação com os demais produtos. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Experimentação da empresa IHARA, em Sorocaba, SP.

As populações de *N. californicus* foram adquiridas de empresas comerciais, sendo que no primeiro experimento, iniciado em 07/08/2019, utilizou-se o ácaro predador *N. californicus* da marca comercial Spical® (Koppert do Brasil), e no segundo experimento, iniciado em 29/08/2019, utilizou-se o ácaro predador *N. californicus* da marca comercial Neomip Max® (Promip).

Os produtos utilizados nos bioensaios estão listados na Tabela 1, junto com as doses recomendadas pelos respectivos fabricantes (AGROFIT, 2019) e indicações técnicas para plantas ornamentais e/ou hortaliças e grandes culturas (MOTTA, 2008). Maiores informações sobre esses produtos encontram-se detalhadas no **ANEXO 1** deste documento.

Tabela 1. Produtos utilizados nos bioensaios toxicológicos em duas populações de ácaros predadores *Neoseiulus californicus*. Sorocaba, SP, 2019.

Nome comercial	Ingrediente ativo	Dose
Testemunha	-	-
FitoNeem®	Óleo de Neem (Azadiractina)	3 L/ha
Detergente Neutro Ypê	Linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio.	10 mL/L
Calda Bordalesa	Cal Hidratada + Sulfato de Cobre	200 L/ha
Tracer®	Spinosade	200 mL/ha
Ecoshot®	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa D-747	3 Kg/1000L
Nimbus®	Óleo mineral	0,25% v/v
Abamex®	Abamectina	75 mL/100 L

Fonte: o autor

A calda bordalesa foi preparada em laboratório um dia antes da aplicação, com a adição de 100g de sulfato de cobre, mais 180g de cal hidratada e 10 L de água, visando obter a calda bordalesa a 1%.

O preparo da solução contendo detergente foi feita com a adição de 10 mL de detergente neutro da marca Ypê para 1 L de água.

### 3.1 Procedimentos do bioensaio utilizando o ácaro predador *N. californicus* da marca comercial Spical®

Os testes com os produtos foram realizados baseando-se no método descrito por Knight *et al.* (1990).

Foram preparadas arenas com folhas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), colocando-se uma folha com a superfície abaxial voltada para cima, sobre uma camada de espuma umedecida, no interior de pratos de vasos de 18 cm diâmetro, onde a arena possuía tamanho de 10 cm de diâmetro. Foi colocada também uma camada de algodão umedecido sobre a margem de cada folha de feijão de porco e utilizado cola entomológica próximo ao algodão, visando evitar a fuga dos ácaros predadores, conforme apresentado na **Figura 2** do **Anexo 2**.



Cada parcela foi constituída por 30 adultos de *N. californicus* (Spical ®), colocados sobre uma arena com pólen de mamona (*Ricinus communis*) à vontade, onde cada tratamento possuía cinco repetições.

A aplicação dos tratamentos foi realizada utilizando-se aerógrafo numa pressão constante de 30 PSI, a uma altura de 30 cm, possibilitando a abertura do jato do aerógrafo a 10 cm de comprimento.

A aplicação dos tratamentos foi realizada sobre uma bancada retangular com medidas de 90 cm de largura e 150 cm de comprimento, possibilitando acondicionar as cinco repetições lado a lado.

A área aplicada foi de 0,1m<sup>2</sup> (100 centímetros de comprimento x 10 centímetros de largura), possibilitando o uso de 2 mL de calda nesta área, o equivalente a 200 L.ha<sup>-1</sup> de volume de calda. No momento das aplicações foi utilizado papel hidrossensível visando observar o molhamento da área aplicada.

Logo após a aplicação dos tratamentos, foi adicionado mais pólen de mamona nas arenas para servir de alimento aos ácaros predadores. Após o tratamento, as arenas foram mantidas a 25 ± 1°C, 70 ± 5% de UR e fotofase de 14h.

A aplicação dos tratamentos foi feita em 07/08/2019 e as avaliações de mortalidade dos ácaros predadores adultos foram realizadas aos um (08/08/2019), três (10/08/2019) e cinco (12/08/2019) dias após a aplicação (DAA), sendo apresentadas individualmente em cada período, e as avaliações do número de ovos mais ninfas do ácaro predador nas mesmas datas de avaliação da mortalidade, no entanto apresentados os dados finais de 5 DAA, que representam os descendentes de todo o período de avaliação. O tratamento testemunha não recebeu nenhum tipo de aplicação.

### **3.2 Procedimentos do bioensaio utilizando o ácaro predador *N. californicus* da marca comercial Neomip Max®**

Os testes com os produtos foram realizados baseando-se no método descrito por Knight *et al.* (1990).

As arenas foram montadas cortando-se discos de folhas de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.), com 4,5 cm de diâmetro, e colocando-se estes discos com a superfície abaxial voltada para cima, em placa de Petri de 9 cm de diâmetro, sobre uma camada de ágar-ágar (3%). Foi colocada também uma camada de cola

entomológica sobre a margem de cada disco foliar para evitar a fuga dos ácaros presentes na arena, conforme apresentado na **Figura 4 do Anexo 2**.

Cada parcela foi constituída por 15 ácaros predadores adultos de *N. californicus* (Neomip Max®), e 10 ácaros rajados adultos (*T. urticae*), colocados dentro da arena.

A aplicação dos tratamentos foi realizada utilizando-se aerógrafo com uma pressão constante de 30 PSI, a uma altura de 30 cm, possibilitando a abertura do jato do aerógrafo a 10 cm de comprimento.

A aplicação dos tratamentos foi realizada sobre uma bancada retangular, com medidas de 90 cm de largura e 150 cm de comprimento, possibilitando acondicionar as cinco repetições lado a lado.

A área aplicada foi de 0,1m<sup>2</sup> (100 centímetros de comprimento x 10 centímetros de largura), possibilitando o uso de 2 mL de calda nesta área, o equivalente a 200 L.ha<sup>-1</sup> de volume de calda. No momento das aplicações foi utilizado papel hidrossensível visando observar o molhamento da área aplicada.

Após a aplicação dos tratamentos foram adicionados mais 20 ácaros rajados adultos em cada uma das arenas para servir de alimento aos ácaros predadores, e após este procedimento, as placas foram fechadas com filme de PVC e as arenas mantidas a 25 ± 1°C, 70 ± 5% de UR e fotofase de 14h.

A aplicação dos tratamentos foi feita em 29/08/2019 e as avaliações de mortalidade dos ácaros predadores adultos foram realizadas aos um (30/08/2019), três (01/09/2019) e cinco (03/09/2019) dias após a aplicação, sendo apresentadas individualmente em cada período, e as avaliações do número de ovos mais ninfas do ácaro predador foram realizados nas mesmas datas de avaliação da mortalidade, no entanto apresentados os dados finais de 5 DAA, que representam os descendentes de todo o período de avaliação. O tratamento testemunha não recebeu nenhum tipo de aplicação.

Neste experimento, a cada avaliação eram repostos os ácaros rajados visando não faltar alimento para os ácaros predadores.

### 3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e cinco repetições por tratamento. As avaliações do número de ácaros predadores foram realizadas da seguinte forma: ácaros que não apresentavam movimentos, ao serem tocados levemente com um pincel de pelo macio, foram considerados mortos. Também foi feita a contagem do número de ovos e ninfas em cada avaliação, com auxílio de lupa eletrônica, com o objetivo de avaliar possíveis efeitos sobre a reprodução do ácaro predador. A contagem foi realizada juntamente com a contagem de ácaros predadores adultos vivos, sendo que na última avaliação foi possível obter o número total de descendentes após a aplicação dos tratamentos.

As porcentagens de sobrevivência para cada população de ácaro predador *N. californicus* foram calculadas através da fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925). As médias de sobrevivência foram comparadas pelo teste de Scott Knott e o nível de significância dos testes foi de  $\alpha = 0,05$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação da seletividade de produtos para ácaros adultos da espécie *N. californicus* (Spical®).

A análise estatística dos dados de mortalidade de adultos de *N. californicus* (Spical®) revelou diferenças significativas entre os tratamentos, em todas as avaliações. Os resultados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Número médio de adultos de *Neoseiulus californicus* (Spical®) vivos (n=30) e porcentagem de mortalidade (%M) após aplicação de produtos fitossanitários. Sorocaba, SP, 2019.

Tratamentos	DAA <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	3DAA	% M	5DAA	% M
Testemunha	<b>28,4 a<sup>3</sup></b>		- <b>26,4 a</b>		<b>23,2 a</b>	
FitoNeem®	23,0 b	19,01	16,8 c	6,36	15,4 c	33,62
Detergente Neutro	15,0 c	47,18	11,8 d	55,30	7,8 e	66,38
Calda Bordalesa	23,4 b	17,61	21,4 b	18,94	21 b	9,48
Tracer®	16,2 c	42,96	9,0 e	65,91	7,4 e	68,10
Ecoshot®	25,2 a	11,27	20,8 b	21,21	20,0 b	13,79
Nimbus®	21,0 b	26,06	12,0 d	54,55	10,8 d	53,45
Abamex®	5,0 d	82,39	1,4 f	94,70	0 f	100,00
CV (%)	12,36	-	14,6	-	13,15	

Fonte: o autor

<sup>1</sup> DAA = dias após a aplicação. <sup>2</sup> Porcentagem de mortalidade calculada pela fórmula de Abbott. <sup>3</sup> Média dos dados originais: médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Na avaliação realizada um dia após a aplicação dos produtos, pode-se constatar que, com exceção do tratamento Ecoshot®, todos os demais tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha e apresentaram diferentes taxas de mortalidade do ácaro predador *N. californicus* (Spical®). Menores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos FitoNeem® (19,01%), Calda Bordalesa (17,61%) e Nimbus® (26,06%), que não diferiram entre si, mas diferiram dos demais tratamentos, e maiores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos Detergente Neutro (47,18%), Tracer® (42,96%) e Abamex® (82,39%), demonstrando que estes três produtos, nesta avaliação, mostraram-se menos seletivos ao ácaro predador *N. californicus* (Spical®).

Na avaliação realizada aos três dias após a aplicação dos produtos, observou-se que todos os tratamentos diferiram da testemunha. As menores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos Calda Bordalesa (18,94%) e Ecoshot® (21,21%), que não diferiram estatisticamente entre si, e no tratamento FitoNeem® (36,36%). As maiores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos Detergente Neutro (55,30%), Nimbus® (54,55%), Tracer® (65,91%) e Abamex® (94,70%).

Na terceira e última avaliação, aos cinco dias após a aplicação dos tratamentos, verificou-se que novamente todos os tratamentos diferiram da testemunha. As menores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos a base de Calda Bordalesa (9,48%) e Ecoshot® (13,79%), que não apresentaram diferença estatística entre si. O tratamento FitoNeem® apresentou mortalidade de 33,62%, e o tratamento Nimbus®, 53,45%. As maiores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos Detergente Neutro (66,38%), Tracer® (68,10%) e Abamex®, que nesta avaliação apresentou 100% de mortalidade.

#### **4.2 Avaliação do número de ovos mais ninfas de *N. californicus* (Spical®) aos cinco dias após a aplicação dos produtos.**

Os dados referentes ao número de ovos mais ninfas de *N. californicus* (Spical®) presentes nas arenas, aos cinco dias após a aplicação, estão descritos na **Tabela 3.**

Observou-se que aos cinco dias após a aplicação dos produtos, os tratamentos FitoNeem®, Calda bordalesa e Ecoshot® não diferiram estatisticamente da testemunha ou entre si, apresentando um número de ovos mais ninfas de 10,8, 13,4 e 15,8 indivíduos, em média. Observou-se também que os tratamentos Detergente Neutro, Tracer®, Nimbus ® e Abamex diferiram estatisticamente da testemunha, mas não diferiram entre si, e apresentaram um menor número de ovos mais ninfas.

O alto valor do coeficiente de variação observado na avaliação da contagem de ovos mais ninfas podem estar relacionadas à heterogeneidade da população em cada tratamento, pois não foi possível realizar a sexagem dos ácaros predadores antes da distribuição nas arenas. No entanto, em comparação com a avaliação de

mortalidade, é possível constatar que os tratamentos mais seletivos possibilitaram a ocorrência de um maior número de descendentes.

Tabela 3. Média de número de ovos mais ninfas de *Neoseiulus californicus* (Spical®) aos cinco dias após a aplicação dos produtos. Sorocaba, SP, 2019.

TRATAMENTOS	5 DAA
Testemunha	14 a <sup>1</sup>
FitoNeem®	10,8 a
Deterg. Neutro	4,8 b
Calda Bordalesa	13,4 a
Tracer®	5 b
Ecoshot®	15,8 a
Nimbus®	6,2 b
Abamex®	1,2 b
CV (%)	43,21

Fonte: o autor

<sup>1</sup>Média dos dados originais: médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

#### 4.3 Avaliação da seletividade de produtos para ácaros adultos *N. californicus* (Neomip Max®).

A análise estatística dos dados de mortalidade de adultos de *N. californicus* (Neomip Max®) revelou diferenças significativas entre os tratamentos, em todas as avaliações. Os resultados estão descritos na **Tabela 4**.

Tabela 4. Número médio de adultos de *Neoseiulus californicus* (Neomip Max®) vivos (n=15) e porcentagem de mortalidade (%M) após aplicação de produtos fitossanitários. Sorocaba, SP, 2019.

Tratamentos	1DAA1	%M2.	3DAA	%M.	5DAA	%M.
Testemunha	14,8 a <sup>3</sup>	-	14,0 a	-	13,4 a	-
FitoNeem®	14,4 a	2,7	13,0 a	7,14	12,4 a	7,46
Deterg. Neutro	13,0 b	12,16	10,0 b	28,57	9,2 b	31,34
Calda Bordalesa	14,4 a	2,7	14,2 a	1,43	13,8 a	2,99
Tracer®	13,8 a	6,76	12,4 a	11,43	11,8 a	11,94
Ecoshot®	13,8 a	6,76	13,2 a	5,71	12,8 a	4,48
Nimbus®	12,4 b	16,22	8,8 b	37,14	7,6 c	43,28
Abamex®	11,6 b	21,62	8,4 b	40	6,8 c	49,25

Fonte: o autor

<sup>1</sup> DAA = dias após a aplicação. <sup>2</sup> Porcentagem de mortalidade calculada pela fórmula de Abbott. <sup>3</sup> Média dos dados originais: médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Na avaliação realizada um dia após a aplicação dos produtos, pode-se constatar que as menores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos à base de FitoNeem® (2,7%), Calda bordalesa (2,7%), Tracer® (6,76%) e Ecoshot® (6,76%), que não diferiram estatisticamente da testemunha. Por outro lado, maiores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos à base de Detergente Neutro (12,16%), Abamex® (21,26%), e Nimbus® (16,22%), que não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram dos demais tratamentos.

Na avaliação realizada aos três dias após a aplicação dos produtos, observou-se comportamento semelhante ao observado na primeira avaliação, sendo que os tratamentos com as menores taxas de mortalidade foram FitoNeem® (7,14%), Calda bordalesa (1,43%), Tracer® (11,43%) e Ecoshot® (5,71%), que não diferiram estatisticamente da testemunha. Os tratamentos Detergente Neutro, Abamex® e Nimbus® não diferiram entre si, mas diferiram dos demais tratamentos, apresentando taxas de mortalidade de 28,57%, 40,0% e 37,14% de mortalidade, respectivamente.

Na terceira e última avaliação, aos 5 dias após a aplicação, verificou-se que mais uma vez as menores taxas de mortalidade foram observadas nos tratamentos FitoNeem® (7,46%), Calda bordalesa (2,99%), Tracer® (11,94%) e Ecoshot® (4,48%), que não diferiram estatisticamente entre si ou da testemunha. Os tratamentos Detergente Neutro, Abamex® e Nimbus® mostraram-se estatisticamente semelhantes entre si, e diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, resultando nas maiores taxas de mortalidade de *N. californicus* (Neomip Max®), apresentando taxas de mortalidade de 31,34%, 49,25% e 43,28%, respectivamente.

#### **4.4 Avaliação do número de ovos mais ninfas de *N. californicus* (Neomip Max®) aos cinco dias após a aplicação dos produtos.**

Os dados referentes ao número de ovos mais ninfas de *N. californicus* (Neomip Max®) presentes nas arenas, aos cinco dias após a aplicação, estão descritos na Tabela 5.

Observou-se que aos cinco dias após a aplicação dos produtos, os tratamentos FitoNeem®, Tracer® e Ecoshot® não diferiram da testemunha, apresentando um número de ovos mais ninfas de 8,6, 11,4 e 9,8 indivíduos, em

média. Observou-se também que os tratamentos Detergente Neutro, Calda Bordalesa, Abamex® e Nimbus® diferiram estatisticamente da testemunha, mas não diferiram entre si, apresentando menor número de ovos mais ninfas.

O alto valor do coeficiente de variação observado na avaliação da contagem de ovos mais ninfas podem estar relacionadas à heterogeneidade da população em cada tratamento, pois não foi possível realizar a sexagem dos ácaros predadores antes da distribuição nas arenas, além dos resultados poderem ter sido afetados pelas diferentes dietas servidas aos ácaros predadores.

Tabela 5. Média de número de ovos mais ninfas de *Neoseiulus californicus* (Neomip Max®) aos cinco dias após a aplicação dos produtos. Sorocaba, SP, 2019.

Tratamentos	5 DAA
Testemunha	<b>10,4 a<sup>1</sup></b>
FitoNeem®	8,6 a
Deterg. Neutro	3,6 b
Calda Bordalesa	5,0 b
Tracer®	11,4 a
Ecoshot®	9,8 a
Nimbus®	5,2 b
Abamex®	5,8 b
CV (%)	30,79

**Fonte:** o autor

<sup>1</sup>Média dos dados originais: médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

No entanto, em comparação com a avaliação de mortalidade, é possível constatar que, com exceção do tratamento à base de Calda bordalesa, os tratamentos mais seletivos possibilitaram a ocorrência de um maior número de descendentes.

#### **4.5 Resultados comparativos das taxas de mortalidade do ácaro predador *N. californicus* (Spical®) com as taxas de mortalidade do ácaro predador *N. californicus* (Neomip Max®).**



Os resultados obtidos para a seletividade de produtos às duas populações do ácaro predador *N. californicus* estão apresentados na Tabela 6 e demonstram que os diferentes tratamentos apresentaram diferentes taxas de mortalidade para as diferentes populações utilizadas nos ensaios.

Analisando-se os dados do primeiro ensaio, onde foram utilizados ácaros *N. californicus* (Spical®), constatou-se que todos os tratamentos afetaram significativamente a população testada, com taxas de mortalidade que variaram de 9,48% a 100%, aos cinco dias após a aplicação (Tabelas 2 e 6). Já no segundo ensaio, onde foram utilizados ácaros *N. californicus* (Neomip Max®), constatou-se que os tratamentos FitoNeem®, Calda bordalesa, Tracer® e Ecoshot®, não afetaram a população de ácaros testada e a maior taxa de mortalidade foi de apenas 49,25% (Abamex®), contra os 100% (Abamex®) observados no primeiro ensaio com a população comercial Spical® (Tabelas 4 e 6).

Tabela 6. Análise comparativa das taxas de mortalidade do ácaro predador *Neoseiulus californicus* Spical® e *N. californicus* Neomip Max®. Sorocaba, SP, 2019.

Tratamentos	%					
	.M <sup>1</sup> .	.M.	%.M.	%.M.	%.M.	%.M.
	1D. <sup>2</sup> S <sup>3</sup>	D. N <sup>4</sup>	3D. S	3D. N	5D. S	5D. N
Testemunha	-	-	-	-	-	-
FitoNeem®	19,01	2,7	36,36	7,14	33,62	7,46
Deterg. Neutro	47,18	12,16	55,3	28,57	66,38	31,34
Calda Bordalesa	17,61	2,7	18,94	1,43	9,48	2,99
Tracer®	42,96	6,76	65,91	11,43	68,1	11,94
Ecoshot®	11,27	6,76	21,21	5,71	13,79	4,48
Nimbus®	26,06	16,22	54,55	37,14	53,45	43,28
Abamex®	82,39	21,62	94,7	40,0	100	49,25

Fonte: o autor

<sup>1</sup> Porcentagem de mortalidade calculada pela fórmula de Abbott. <sup>2</sup> Avaliação em dias após aplicação dos tratamentos. <sup>3</sup> Porcentagem de mortalidade do *N. californicus* (Spical®). <sup>4</sup> Porcentagem de mortalidade do *N. californicus* (Neomip Max®).

Segundo especificações fornecidas pela biofábrica do ácaro *N. californicus* (Neomip Max®), a população deste ácaro foi criada em ambiente aberto, com alimentação feita através da introdução do ácaro rajado, *T. urticae*, e exposição à aplicação de vários produtos visando à obtenção de ácaros predadores mais tolerantes a agentes químicos.

O produto Abamex®, que contém o ingrediente ativo abamectina, apresentou altas taxas de mortalidade para o ácaro predador *N. californicus* (Spical®) ao longo do ensaio, estas variando de 82,39 a 100%. Observou-se, no entanto, que essas taxas foram muito menores para a população de *N. californicus* (Neomip Max®), onde variaram de 21,62 a 49,25%.

A abamectina é um ingrediente ativo utilizado como inseticida e acaricida e várias pesquisas mostram que tal produto pode ocasionar mortalidade de *N. californicus* variando de moderada a alta.

Em trabalho realizado por Sato *et al.* (2002), a abamectina foi considerada significativamente prejudicial ao predador *N. californicus* logo após a aplicação do produto, mas seu efeito nocivo foi atenuado e após um dia após a aplicação não mostrou mais efeito tóxico visível.

Silva *et al.* (2006) também relatam alta toxicidade da abamectina para *Euseius alatus* DeLeon, ocasionando 100% de mortalidade deste ácaro, dentro de 72 h.

Biond *et al.* (2012), em estudo realizado com o predador generalista *Orius laevigatus*, testaram 14 produtos (6 biopesticidas, 3 inseticidas químicos, 2 compostos de enxofre e 3 adjuvantes) e constataram que a abamectina foi o tratamento mais nocivo e persistente, sendo prejudicial até 14 dias após a aplicação, causando aproximadamente 100% de mortalidade. Já os tratamentos com espinosade, emamectina e metaflumizona foram classificados como moderadamente prejudiciais e os demais tratamentos foram levemente tóxicos ou inofensivos a *O. laevigatus*.

Deve-se também levar em consideração que um mesmo produto, usado na mesma dose, pode variar de inofensivo a prejudicial, dependendo do estágio de desenvolvimento do inimigo natural (SOUZA *et al.*, 2014).

Em estudo realizado por Poletti, Collette e Omoto (2008) para observar a seletividade de agrotóxicos aos ácaros predadores *Neoseilus californicus* (McGregor) e *Phytoseilus macropilis* (Banks), estes concluíram que entre os produtos testados, dois acaricida/inseticidas (fenpropatrina e milbemectina), dois inseticidas (buprofezina e espinosade) e oito fungicidas (azoxistrobina, metiram+iraclostrobina, boscalida+cresoxim-metilico, tebuconazol, clorotalonil, imibenconazol, iprodiona, triforina) foram compatíveis à *N. californicus*, não afetando a sobrevivência de imaturos e adultos. Também concluíram que seis fungicidas

mostraram-se tóxicos a *P. macropilis*: azoxistrobina, boscalida+cresoxim-metílico, tebuconazol, imibenconazol, iprodiona e triforina. Assim, em resultado à tolerância de *N. californicus* aos produtos testados, estes autores sugeriram que este predador pode ser liberado em áreas comerciais onde o uso do controle químico é realizado comumente.

Carmo *et al.* (2010) verificaram que o inseticida Bifentrina, na dose de 5 g i.a. ha<sup>-1</sup>, não afetou pupas de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), em comparação com o controle, e foi classificado como inofensivo (classe 1), de acordo com Protocolos IOBC (HASSAN *et al.*, 2000). Contudo, o mesmo tratamento, quando testado em adultos do mesmo parasitoide, provocou uma drástica redução no parasitismo, um a dois dias após o contato com o inseticida. Neste caso, o inseticida foi classificado como prejudicial (classe 4) para adultos do parasitoide, de acordo com a mesma metodologia (HASSAN *et al.*, 2000).

Assim como observado para o tratamento à base de Abamex® (abamectina), verificou-se que o tratamento à base de Detergente Neutro também apresentou maiores taxas de mortalidade para a população do ácaro *N. californicus* (Spical®), estas variando de 47,18 a 66,38%, ao longo do ensaio. Já para a população de *N. californicus* (Neomip Max®), essas taxas variaram de 12,16 a 31,34% (Tabela 6).

Ferreira (2016), avaliando a eficácia do detergente neutro, na dose de 10mL.L<sup>-1</sup>, para o controle do ácaro rajado *T. urticae* e sua seletividade ao ácaro predador *N. californicus*, ambos coletados em plantas voluntárias localizadas em áreas produtoras de morango cultivado em sistema orgânico, constatou que o Detergente neutro, 48 horas após a aplicação, provocou mortalidade de 75% do ácaro *T. urticae* e apenas 19% de mortalidade do ácaro predador *N. californicus*, demonstrando que o ácaro predador mostrou-se, nestas condições, muito mais tolerante a aplicação do detergente, em comparação ao ácaro rajado. Este resultado observado para a seletividade do Detergente neutro ao ácaro predador condiz com os resultados obtidos no presente trabalho quanto à baixa mortalidade da população de *N. californicus* (Neomip Max®), mas diverge da alta mortalidade observada para *N. californicus* (Spical®). Este fato, no entanto, reforça a hipótese de que populações de predadores expostas a condições naturais e contato com produtos químicos diversos, como foi o caso da população de *N. californicus* (Neomip Max®), e da

população utilizada por Ferreira (2016), apresentam menor suscetibilidade aos produtos utilizados no controle químico de pragas.

É importante salientar que a pulverização direta de detergente e a persistência nas folhas pode tornar-se uma ameaça, geralmente em períodos curtos após a aplicação, podendo matar predadores e parasitoides, quando a liberação de artrópodes benéficos é feita logo após a aplicação (CURKOVIC, 2016). Tais afirmações corroboram os resultados obtidos neste trabalho, que mostraram um efeito tóxico relevante do detergente neutro sobre *N. californicus* (Spical®), com taxa de mortalidade de 66,38% aos cinco dias após a aplicação do produto.

Quando a deposição da calda com detergente aplicada sobre a planta já estiver seca, o impacto sobre os insetos será pequeno. Talvez por isso, o detergente tem sido considerado mais seletivo que os inseticidas convencionais, em relação ao impacto negativo sobre os inimigos naturais nas lavouras, sendo compatíveis com o controle biológico, ora devido a pequena interação tóxica em insetos e ácaros não pulverizados, além da sua baixa atividade residual (CURKOVIC, 2013).

O tratamento à base de Tracer®, que contém o ingrediente ativo espinosade, também se mostrou tóxico para a população de *N. californicus* (Spical®), com taxas de mortalidade variando de 42,96 a 68,1%, e não tóxico à população de *N. californicus* (Neomip Max®), ao longo do ensaio, confirmando a diferença de suscetibilidade das duas populações ao produto.

A mesma constatação foi feita para o tratamento à base de FitoNeem® (azadiractina), onde a população de *N. californicus* (Spical®) apresentou taxas de mortalidade variando de 19,1 a 33,62%, enquanto a população de *N. californicus* (Neomip Max®) não foi afetada pelo produto.

Ferreira (2016), avaliando a seletividade de Azamax® (Azadiractina A/B 12 g.L<sup>-1</sup>) na dose de 3mL.L<sup>-1</sup>, ao ácaro predador *N. californicus*, coletado em plantas voluntárias localizadas em áreas produtoras de morango cultivado em sistema orgânico, constatou que o produto, 48 horas após a aplicação, provocou mortalidade de apenas 15% do ácaro predador. Esta seletividade do produto Azamax® (Azadiractina) ao ácaro predador condiz com os resultados obtidos no presente trabalho para a seletividade de FitoNeem® à população de *N. californicus* (Neomip Max®), reforçando a hipótese de que populações de predadores expostas a condições naturais e contato com produtos químicos diversos, como foi o caso da população de *N. californicus* (Neomip Max®) e da população utilizada por Ferreira

(2016), apresentam menor suscetibilidade aos produtos utilizados no controle químico de pragas.

O tratamento à base de Nimbus® (óleo mineral), ao contrário do observado nos tratamentos à base de Abamex® (abamectina), Detergente neutro, Tracer® e FitoNeem®, apresentou pouca diferença entre as taxas de mortalidade de *N. californicus* (Spical®) e *N. californicus* (Neomip Max®), sendo que aos cinco dias após a aplicação essas taxas foram de 53,45% para o primeiro e 43,28% para o segundo. Este resultado corrobora os obtidos por Franco (2016), que em estudo para avaliar o efeito tóxico de defensivos químicos recomendados para a produção integrada de citros sobre o ácaro predador *Euseius concordis*, verificou que, dentre os tratamentos testados, o óleo mineral foi classificado como moderadamente nocivo por causar considerável mortalidade e interferir na fertilidade.

Castilho *et al.* (2014) também detectou efeito nocivo do óleo mineral sobre ovos e pupas do predador *Chrysoperla externa* em condições laboratoriais.

O tratamento à base de Calda bordalesa apresentou pouco impacto sobre a população de *N. californicus* (Spical®) e nenhuma toxicidade sobre *N. californicus* (Neomip Max®). Este resultado corrobora as afirmações de Bengochea *et al.* (2014), segundo as quais a utilização de calda bordalesa tem baixo risco para artrópodes não alvos.

Algumas pesquisas, no entanto, demonstram que a aplicação de calda bordalesa pode ser prejudicial à sobrevivência de diversos organismos benéficos devido a toxicidade do cobre, por este ser um elemento acumulativo (POZZEBON, BORGO e DUSO, 2010; HAMMAD e GURKAN, 2012; ARDESTANI e VAN GESTEL, 2013).

Assim como o tratamento à base de Calda bordalesa, o tratamento à base de Ecoshot® (*Bacillus amyloliquefaciens*, cepa D-747 comercial) apresentou pouco impacto sobre a população de *N. californicus* (Spical®) e nenhuma toxicidade sobre *N. californicus* (Neomip Max®). Tal fato é de extrema importância, pois cresce cada vez mais a utilização deste microrganismo no controle de diversas pragas e doenças, em várias culturas, e tal resultado indica que pode ser utilizado conjuntamente com *N. californicus*.

Li *et al.* (2018), fizeram o isolamento de oito ciclodipeptídeos de *Bacillus amyloliquefaciens* W1 e constataram que tais compostos exibiam atividade acaricida significativa e que o ciclodipeptídeo I-Tir-trans-4-OH-I-Pro (o oitavo ciclodipeptídeo

isolado) foi cinco vezes mais eficaz que a abamectina (utilizado como controle positivo), mostrando que a atividade acaricida deste microrganismo têm potencial para sua utilização de forma segura e ecológica.

Verificou-se, portanto, que a maior parte dos tratamentos avaliados neste trabalho apresentou menores taxas de mortalidade no segundo ensaio, onde foram utilizados ácaros *N. californicus* (Neomip Max®) criados em ambiente aberto, com alimentação feita através da introdução do ácaro rajado, *T. urticae*, e exposição à aplicação de vários produtos visando à obtenção de ácaros predadores mais tolerantes a agentes químicos. Este resultado está de acordo com os resultados obtidos por Ghasemzadeh e Qureshi (2018), segundo os quais, a exposição a concentrações letais ou subletais de produtos para controle pode afetar o comportamento, taxa de desenvolvimento, longevidade, fecundidade e razão sexual das espécies alvo, mas também de espécies não alvo, prejudiciais ou benéficas.

Alguns estudos preconizam que a baixa concentração de produtos, quando utilizada como estratégia, é eficaz contra pragas e compatível com agentes de controle biológico se tornando útil dentro de um programa de MIP, além de reduzir a pressão de seleção e o desenvolvimento de resistência (SARBAZ *et al*, 2017).

## CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- todos os tratamentos avaliados afetaram a população de ácaros *N. californicus* (Spical®) utilizados no primeiro ensaio, mas as taxas de mortalidade apresentaram grande amplitude de diferença (9,48% a 100%), aos cinco dias após a aplicação;

- apenas os tratamentos Abamex®, Detergente neutro e Nimbus® afetaram a população de ácaros *N. californicus* (Neomip Max®) utilizados no segundo ensaio, mas as taxas de mortalidade apresentaram grande amplitude de diferença (9,2% a 49,25%), aos cinco dias após a aplicação;

- os tratamentos FitoNeem®, Calda Bordalesa, Tracer® e Ecoshot® apresentaram as menores taxas de mortalidade dentre os produtos testados para *N. californicus* (Neomip Max®) no segundo ensaio (2,99% a 11,94%), aos cinco dias após a aplicação;

- os produtos Calda bordalesa e Ecoshot® apresentaram as menores taxas de mortalidade dentre os produtos testados, aos cinco dias após a aplicação, para as duas populações de *N. californicus*;

- a população de *N. californicus* (Neomip Max®) mostrou maior tolerância aos produtos testados, quando comparada com a população de *N. californicus* (Spical®).

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. **A method of computing effectiveness of an insecticide**. Journal Economic Entomology, Lanham, MD, v.18, p.265-267, 1925.
- AFONSO, A.P.S. *et al.* **Avaliação da calda sulfocálcica e do óleo mineral no controle da cochonilha-parda *Parthenolecanium persicae* (Hemiptera: Coccidae) na cultura da videira**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.74, n.2, p.167-169, abr./jun. 2007.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 02 set. 2019.
- AJILA, H. E. V. *et al.* **Supplementary food for *Neoseilus californicus* boosts biological controlo of *Tetranychus urticae* on strawberry**. Pest Management Science, v.75; n.7; p 1986-1992. 2019.
- AKSOY, H. M., *et al.* (2008): **The effects of *Pseudomonas putida* biotype B on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)**. Diseases of Mites and Ticks 46: 223-230.
- ALFEN, N. K. V. **Encyclopedia of Agriculture and Food Systems**. 2ed. Elsevier Science & Technology Books, 2014. 3700 p.
- ANDOW, D. A. **Vegetational diversity and arthropod population response**. Annu. Rev. Entomol. 36:561-586, 1991.
- ANDRADE, D. J., *et al.* **Efeito da calda sulfocálcica sobre o ácaro *Tetranychus mexicanus* (McGregor, 1950) em citros**. Revista de Agricultura, Piracicaba, v.82, n.2, p.161- 169, set. 2007.
- ARAÚJO, J. L. **Distribuição geográfica potencial de *Neoseiulus californicus* McGregor e *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma com base em modelagem de nicho ecológico no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- ARDESTANI, M. M.; VAN GESTEL, C. A. M. **Dynamic bioavailability of copper in soil estimated by uptake and elimination kinetics in the springtail *Folsomia candida***. Ecotoxicology, v.22, p.308- 318, 2013.
- ARENA, J. P., *et al.* (1995). **The mechanism of action of avermectin in *Caenorhabditis elegans*: correlation between activation of glutamate-sensitive chloride current, membrane binding and biological activity**. The Journal Parasitology. 81 (2): 286-294
- AQUINO, E. L.; SOUZA, T. S.; AGUIAR-MENEZES, E. L. **Seletividade da calda bordalesa sobre larvas neonatas de joaninha afidófaga em laboratório**. Reunião



anual de iniciação científica da UFRRJ. Trabalho Desenvolvimento e Sustentabilidade. ISSN1809-1342. (2015).

BARBOSA, M.; *et al.* **Controle Biológico com Ácaros Predadores e Seu Papel no Manejo Integrado de Pragas**. 1º ed. PROMIP HOLDING S.A. SBN: 978-85-93311-01-7. 2017.

BARBOZA, H. T. G., *et al.* **Compostos Organofosforados e seu Papel na Agricultura**. Revista Virtual de Química. 2018, 10 (1), 172-193. ISSN 1984-6835

BELLINI, M. R., *et al.* **Perspectiva para controle biológico do ácaro rajado em gérberras**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACAROLOGIA, 1., Viçosa. Anais. 2006. UFV, 2006. p. 178.

BENGOCHEA, P., *et al.* **Non-target effects of kaolin and coppers applied on olive trees for the predatory lacewing *Chrysoperla carnea***. Biocontrol Science and Technology, v.24, n.6, p.625-640, 2014

BENTO, J. M. S. 2000. **Controle de insetos por comportamento: Feromônios**. GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. Bases e técnicas do manejo de insetos. 1ºed. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS; Pallotti, 2000, p. 85-97.

BERGVINSON, D. **Opportunities and Challenges for IPM in Developing Countries**. In O. KOUL, G. S. DHALIWAL AND G.W. CUPERUS (Eds). Integrated Pest Management: Potential, Constraints and Challenges. CAB International. Walling-ford. UK, 2004. p. 281-312

BERNARDI, D., *et al.* **Bioecologia, monitoramento e controle do ácaro-rajado com o emprego da azadiractina e ácaros predadores na cultura do morangueiro**. Bento Gonçalves: Embrapa – CNPQV, 2010. 8p. (Circular Técnica, 83).

BETTIOL, W.; CAMPANHOLA, C. **Métodos alternativos de Controle Fitossanitário**. EMBRAPA: São Paulo. p. 157. 2003.

BETTIOL, W.; GHINI, R. **Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos**. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Eds). Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2003. pp.80-96

BETTIOL, W., *et al.* **Bioprotetores comerciais para o controle de doenças de plantas**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 17, p. 111-147, 2009.

BIONDI, A., *et al.* **Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus***. Chemosphere. 87(7): 803–812. 2012.

BOLFE, E. L. **Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa de biomassa e de carbono em sistemas agroflorestais por meio de imagens**

**orbitais**. 2010. 233 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas.

BLOOMQUIST J.R. (2001) **GABA and glutamate receptors as biochemical sites for insecticide action**. In: Ishaaya I (ed) Biochemical sites of insecticide action and resistance. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp. 17-41

BOLLER, E. F. *et al.* (Ed.). **Integrated production: principles and technical guidelines**. 3. ed. Darmstadt: IOBC/WPRS, 2004

BOMMARCO, R., KLEIJN, D.; POTTS, S. G. **Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security**. Trends in Ecology and Evolution. 28(4), 230–238 (2013).

BORTOLI, S., *et al.* (2016). **Produção de insetos e o controle biológico aplicado**. In book: Tópicos em Entomologia Agrícola - IX, pp.95-118

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. **A química dos agrotóxicos**. Química e sociedade, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRASIL – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Alimentos orgânicos renderam R\$ 4 bilhões a produtores brasileiros em 2018**. Notícias 02/04/2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/mercado-brasileiro-de-organicos-fatura-r-4-bilhoes>. Acesso em 08/06/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Produção orgânica está em expansão no país**. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/producao-organica-esta-em-expansao-no-pais>. Acesso em: 25 jun. 2019.

BRASIL - **Instrução Normativa MAPA nº 46, de 6 de outubro de 2011**. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e listas de substâncias e práticas permitidas para uso nesses sistemas.

BRASIL - - **Instrução Normativa MAPA nº 64, de 18 de dezembro de 2008**. Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal e Revoga a IN 7, de 17/05/1999.

BRASIL - **Instrução Normativa MAPA nº 17/2014 e Instrução Normativa MAPA nº 35/2017** (alterações na IN 46/2011).

BRASIL – **Instrução Normativa MAPA nº 35 de 8 de setembro de 2017**. Altera a Instrução Normativa MAPA nº 46 de 2011, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal.

BRASIL - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); SUPERINTENDÊNCIA FEDERAL NO PARANÁ; SERVIÇO DE FISCALIZAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS – SEFIA**. Legislação Federal de Agrotóxico (legislação básica e complementar). Out. 2015. Disponível em:

[http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Casimiro/LFN/Leitura\\_recomendada/agrotoxicos%20legislacao%20federal%20outubro%202015%20-%20marcelo%20bressan%20\(1\).pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Casimiro/LFN/Leitura_recomendada/agrotoxicos%20legislacao%20federal%20outubro%202015%20-%20marcelo%20bressan%20(1).pdf). Acesso em 30 de maio de 2019.

BUENO, A. F., *et al.* **Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.47: 06, 2017.

BUENO, A. F. *et al.* **Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*.** *Ciência Rural*, v.38, n.6, p.1495-1503, 2008.

BUENO, A. F.; FREITAS, S. **Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions.** *Biocontrol (Journal of the International Organization for Biological Control)*. v.39, p.277-283, 2004.

BUENO, V. H. P; POLTTI, M. **Progress white biological control and IPM strategies in protected cultivation in Brazil.** *IOBC/WPRS. Bulletin* 49:31-36. 2009.

CARRILLO, D.; MORAES, G. J. de; PEÑA, J. E. **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms.** *Progress in Biological Control*. Springer International Publishing. 2015. 328 p.

CARMO, E. L. *et al.* **Selectivity of pesticides used in soybean to *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (in Portuguese).** *Arquivos do Instituto Biológico*, v.77, p. 283-290, 2010.

CARVALHO, G. A., *et al.* 2005: **Seletividade de inseticidas para ovos e ninfas de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae).** *Neotropical Entomology*. 34 (3): 423-427.

CASSMAN, K. G. **Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*. May 1999, 96(11). 5952-5959.

CASTILHO, R. V., *et al.* **Seletividade de agrotóxicos utilizados em pessegueiro sobre ovos e pupas do predador *Chrysoperla externa*.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.11, p.1921-1928, nov, 2014.

CASTRO, L. A. M., *et al.* **A certificação de produtos orgânicos e sua credibilidade entre os consumidores.** XX Encontro Internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente. Dez 2018. ISSN 2359-1048. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/208.pdf>. Acesso em 02/09/2019.

CRANSHAW, W. S. **Insects control: soaps and detergents.** 1996. Disponível em: <http://www.extension.colostate.edu/docs/pubs/insect/05547.pdf> [Acesso: 07/02/2020].

COLMENAREZ, Y., et al. Uso do Manejo Integrado de Pragas e Controle Biológico pelos Agricultores na América Latina e no Caribe: Desafios e Oportunidades. In: VIEIRA, B. A. H. et al. (eds.). **Defensivos Agrícolas Naturais: Uso e Perspectivas**. Embrapa, Brasília, 2016. cap.24, p.802-853.

CURKOVIC, T.; BURETT, G.; ARAYA, J. E. **Evaluation of the insecticide activity of two agricultural detergents against the long-tailed mealybug, *Pseudococcus longispinus* (Hemiptera: Pseudococcidae), in the laboratory**. Agricultura Técnica. 2007; 67(4):422–430.

CURKOVIC, T. **Advances in pest control with detergents. A tool for integrated management [in Spanish]**. Aconex, n. 94, p. 11–17. 2007.

CURKOVIC, T. Integrated pest management in olive orchards in Chile [in Spanish]. In: Fichet T, Henríquez J, editors. **Contributions to the Knowledge to the cultivation of the Olive in Chile**. Santiago: Vol.23. Serie Ciencias Agronómicas Universidad de Chile; 2013. pp. 155–204.

CURKOVIC, T. Detergents and soaps as tools for IPM in agriculture. In: KAUR GILL, H. E GOYAL, G. **Integrated Pest Management (IPM): Environmentally Sound Pest Management**. Intech, Rijeka, Croatia. 2016. p.155-189.

CURTIS, C. F. **Theoretical models of the use of insecticide mixtures for management of resistance**. Bulletin Entomological Research. 1985; 75(2), p.259–266.

DEGRANDE, P. E. *et al.* **Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas no algodoeiro**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 291-294, 2003.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; OMOTO, C. **Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina**. Neotropical Entomology, v.30, n.2, p.311-316, 2001.  
Disponível em: [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/ar2014\\_web.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/ar2014_web.pdf) Acesso em: 20 08 2019.

DYBAS, R. A. (1989) Abamectin use in crop protection. In: CAMPBELL, W. C. (ed) **Ivermectin and Abamectin**. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 287-310

EFSA. 2012. **Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food**. EFSA Journal 10(6): 2704. European 957 Food Safety Authority. Disponível em: <http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/2704.pdf>. Acesso 07/02/2020.

FADINI, M. A. M.; PALLINI, A.; VENZON, M. **Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1271-1277, 2004.

FAGAN, L. L., *et al.* **Synergy between chemical and biological control in the IPM of currant-lettuce aphid (*Nasonovia ribisnigri*) in Canterbury, New Zealand**. Bulletin of Entomological Research. 2010. 100 (2):217–223.

FARIA, A. B. C. **Revisão sobre alguns grupos de inseticidas utilizados no manejo integrado de pragas florestais.** *Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais.* v.5; n.2. 2009.

FARIA, M.R.; WRAIGHT, S.P. **Mycoinsecticides and mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types.** *Biological Control* 43(3):237-256, 2007.

FERLA, N. J.; MARCHETTI, M. M.; GONÇALVES, D. **Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp., Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul.** *Biota Neotropica*, v7(n2). p.1-8. 2007.

FERREIRA, M. L. P. C. **A pulverização aérea de agro - tóxicos no Brasil: cenário atual e desafios.** *Revista De Direito Sanitário.* 2015. 15(3):18-45.

FERREIRA, T.; OLIVEIRA, V. **Produtos fitossanitários alternativos são inofensivos? / Are staffless alternative phytosanitary products?** *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas.* Vol.10, nº4. 2016.

FERREIRA, N. Z. B. **Manejo do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch, em morangueiro, com ênfase em controle biológico e produtos alternativos.** 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Agroecologia) – Universidade Estadual de Maringá, 2016.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros em produtos armazenados e na poeira domiciliar.** FEALQ: Piracicaba, 97p. 1986.

FISHER M. H.; MROZIK, H. (1989). *Chemistry.* In: CAMPBELL, W. C. (ed) **Ivermectin and abamectin.** Springer, Berlin Heidelberg, New York, pp 1-23

FONTOURA JUNIOR, E. E. **Aspectos epidemiológicos das intoxicações por agrotóxicos no Mato Grosso do Sul de 2001 a 2007.** 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília. 2009.

FRANCO, A. A. **Toxicidade de agroquímicos recomendados para a produção integrada de citros sobre o ácaro predador *Euseius concordis* (Chant) (Acari: Phytoseiidae).** 142 f. Tese (Doutorado). USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2016.

GALDINO, T. V. S., *et al.* **Bioassay method for toxicity studies of insecticide formulation to *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917).** *Ciência e Agrotecnologia* 35(5): 869-877. 2011.

GALVAN, T. L., *et al.* **Seletividade de oito inseticidas a predadores de lagartas em citros.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 2, p. 117-122, 2002.

GAVKARE, O., *et al.* **New Group of Insecticides.** *Popular Kheti.* 1 (3). 34-39. 2013.

- GHASEMZADEH, S.; QURESHI, J. **Demographic analysis of fenpyroximate and thiacloprid exposed predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae).** Plos One. 13(11): e0206030. 2018.
- HAMMAD, A. M. A.; GURKAN, M. O. **Side effects of some crop protection products on non-target soil invertebrates.** Turkish Journal Entomology. 36(2). 169-176. 2012.
- HASSAN, S. A. *et al.* A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M. P. *et al.* (Eds.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods.** Reinheim: IOBC/WPRS, 2000. p.107-119.
- HELMY, E. I.; KWAIZ, F. A.; EL-SAHN, O. M. N. **The usage of mineral oils to control insects.** Egyptian Academic Journal Biological Sciences, A. Entomology. Vol.5 (3). 167-174. 2012.
- HENN, R., *et al.* **Alternatives in Insect Management: Field and Forage Crops.** Circular 1307, Cooperative Extension Service, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- HINCAPIÉ, C. A.; LÓPEZ, G. E.; TORRES, R. **Comparison and characterization of garlic (*Allium sativum* L.) bulbs extracts and their effect on mortality and repellency of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).** Chilean Journal of Agricultural Research, v.68, p.317-327, 2008.
- HOLT, K. M., *et al.* **Testing for non-target effects of spinosad on twospotted spider mites and their predator *Phytoseiulus persimilis* under greenhouse conditions.** Experimental and Applied Acarology. 38(2-3): 141-149. 2006.
- HOY, M. A. 1985. **Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae.** Annual Review of Entomology, Stanford , 30: 347-370.
- IFOAM - Organics International. 2018 **Consolidated Annual Report of IFOAM - Organics International**, 2018. Disponível em: [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/annualreport\\_2018.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/annualreport_2018.pdf). Acesso em 09/07/2019.
- JENSEN, J. **Fate and effects of linear alkylbenzene sulphonates (LAS) in the terrestrial environment.** Science of the Total Environment. 226(2-3):93–111. 1999.
- JONES, T., *et al.* **The efficacy of spinosad against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its impact on associated biological control agents on greenhouse cucumbers in southern Ontario.** Pest Management Science, 61(2): 179-185. 2005
- KIN, C. M.; HUAT, T. G. **Headspace solid-phase microextraction for the evaluation of pesticide residue contents in cucumber and strawberry after washing treatment.** Food Chemistry. 2010, 123 (3):760-764.

KNIGHT, A. L., *et al.* **Acaricide bioassay with spider mites (Acari: Tetranychidae) on pome fruits: evaluation of methods and selection of discrimination concentrations for resistance monitoring.** Journal of Economic Entomology, Lanham, v.83, p.1752-1760, 1990.

KRANTHI, K. R. **Insecticide Resistance: Monitoring, Mechanisms and Management Manual.** Nagpur: Central Institute Cotton Research, 2005. 153 p.

KRÖBER, M., *et al.* **Comparative transcriptome analysis of the biocontrol strain *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 as response to biofilm formation analyzed by RNA sequencing.** Journal of Biotechnology, Vol. 231, p. 212-223. 2016.

LAGERLÖF, J., *et al.* **Potential side effects of biocontrol and plant-growth promoting *Bacillus amyloliquefaciens* bacteria on earthworms.** Applied Soil Ecology, v.96, p.159-164, 2015.

LASOTA J. A., DYBAS R. A. (1991) **Avermectin, a novel class of compound: implication for use in arthropod pest control.** Annual Review of Entomology 36:96-117.

LI, X. Y., *et al.* **Genome sequence of *Bacillus velezensis* W1, a strain with strong acaricidal activity against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*).** (2019). Applied Ecology and Environmental Research 17(2):2689-2699.

LI, X. Y., *et al.* **Acaricidal Activity of Cyclodipeptides from *Bacillus amyloliquefaciens* W1 against *Tetranychus urticae*.** Journal of Agricultural Food Chemistry. (2018). Oct 3; 66(39):10163-10168.

LIU, T.X.; STANSLY, P.A. **Insecticidal activity of surfactants and oils against silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) nymphs (Homoptera: Aleyroididae) on collards and tomato.** Pest Management Science, Malden, v.56, p.861-866, 2000.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Alimentos orgânicos renderam R\$ 4 bilhões a produtores brasileiros em 2018. Notícias 02/04/2019.

Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/noticias/mercado-brasileiro-de-organicos-fatura-r-4-bilhoes>. Acesso em 08/06/2019.

MADUREIRA, M. S. **Plantas com nectários extraflorais são protegidas por formigas?** Viçosa: UFV, 2004. 26f.: il.

McMUTRY, J. A.; CROFT, B.A. 1997. **Life-styles of Phytoseiidae mites and their holes in biological control.** Annual Review of Entomology, 42: 291-321.

McMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. **Life styles of phytoseiid mites and their roles in biological control.** Annual Review of Entomology, v. 42, p. 291-321, 1997

MCQUEEN, C. **Comprehensive Toxicology.** 2ed. Elsevier, 2010. 6448 p.

MEDAETS, J. P.; FONSECA, M. F. A. C. **Produção orgânica: regulamentação nacional e internacional** – Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário: NEAD, 2005. 104 p.

MEDJO, I.; MARCIC, D.; MILENKOVIĆ, S. (2014). **Acaricidal and behavioral effects of azadirachtin on two-spotted spider mites (Acari: Tetranychidae)**. Conference: VII Congress on Plant Protection, organized by Plant Protection Society of Serbia, IOBC-EPRS and IOBC-WPRS, At Zlatibor, Serbia.

MELO, B. A., *et al.* **Inseticidas botânicos no controle de pragas de produtos armazenados**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.6, p.1-10, 2011.

MICHEREFF FILHO, M., *et al.* **MicoInseticidas e microacaricidas no Brasil: como estamos após quatro décadas?** Arquivos do Instituto Biológico 76(4):769-779, 2009.

MIRANDA J. E. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no Cerrado Brasileiro**. EMBRAPA-CNPA: Campina Grande, 2006. 24 p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 98).

MIZELL, R. F. III, SCHIFFHAUER, D. E., TAYLOR, J. L. (1986) **Mortality of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) from abamectin residues: effects of host plant, light, and surfactants**. Journal Entomological Science .21(4):329-337.

MONTEIRO, G. **Uso do controle biológico de pragas dispara no Brasil**. Revista Exame online.(27/12/2017). Disponível em: <https://exame.abril.com.br/ciencia/uso-do-controle-biologico-dispara-no-brasil/>. Acesso em 24/07/2019.

MONTEIRO, L. B. 2002. Criação de ácaros fitófagos e predadores: Uma caso de *Neoseiulus californicus* por produtores de maçã. In: PARRA, J.R.P., *et al.* (Eds). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p.351-362.

MORAES, G. J. **Pequenos, mas danoso**. Revista Cultivar Grandes Culturas, n.28, mai.2001. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/pequeno-mas-danoso>. Acesso em 23/08/2019.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. 2008. **Manual de Acarologia, Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Holos Editora, Ribeirão Preto. 308 p.

MORAES, G. J. de, *et al.* **A revised catalog of the mite family Phytoseiidae**. Zootaxa, 434, n°1, 494p. 2004.

MOREIRA, J. C., *et al.* **Avaliação integrada - da do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo** – RJ. Ciência e Saúde Coletiva. 7(2):299-311.2002.



MOTTA, I. S. **Calda Bordalesa: utilidades e preparo**. EMBRAPA Agropecuária Oeste. Dourados, MS. 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/242170/1/FOL200837.pdf>. Acesso em 07/06/2019.

MOURÃO, S. A., *et al.* **Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae)**. Neotropical Entomology. 33 (5): 613-617. 2004.

MCMURTRY, J. A.; MORAES, G. J. De; SOURASSOU, N. F. **Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies**. Systematic & Applied Acarology 18(4): 297–320. 2013.

MUNERET, L., *et al.* **Evidence that organic farming promotes pest control**. Nature Sustainability. Vol.1. 361–368. 2018.

NANSEN, C., *et al.* **Behavioral Avoidance - Will Physiological Insecticide Resistance Level of Insect Strains Affect Their Oviposition and Movement Responses?** Plos One, 11(3): 1-12. 2016.

NEETHU, K., PRIJI, P., UNNI, K. **New *Bacillus thuringiensis* strain isolated from the gut of Malabari goat is effective against *Tetranychus macfarlanei***. Journal of Applied Entomology 140: 187-98. 2016.

OLIVEIRA, I. M. **Resistência de artrópodos de importância agrícola ao controle químico no Brasil**. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal). Universidade Federal de Viçosa. 2017.

ORGANIS – Conselho Brasileiro da Produção Orgânica e Sustentável. **Primeira pesquisa nacional sobre o consumo de orgânicos, realizada em 2017**. Disponível em: <http://organis.org.br/>. Acesso em: 29 mai. 2019.

PARRA, J. R. P., *et al.* Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J.R.P; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 1-16.

PASSOS, L. C. **Seletividade fisiológica de inseticidas recomendados no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) para o predador *Macrolophus basicornis* (Stal, 1860) (HEMIPTERA: MIRIDAE)**. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Estadual de Lavras. 2016.

PAULA JÚNIOR, T.J., *et al.* **Comercialização de produtos biológicos para o controle de doenças de plantas e pragas no Brasil**. Informe Agropecuário 30 (251):116-123, 2009.

PÉREZ-GARCIA, A.; ROMERO, D.; VICENTE, A. **Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in**

**agriculture.** Current Opinion in Biotechnology, Cambridge, v.22, n.2, p.187-193, 2011.

PERES, F., MOREIRA, J. C. **Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro.** Brasil. Cadernos de Saúde Pública 2007; 23 Suppl 4: S612-21. 5.

PICANÇO, M. C. **Manejo Integrado de Pragas.** Departamento de Biologia Vegetal. Universidade Federal de Viçosa. 2010.

PIGNATI, W. A., *et al.* **Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for health surveillance.** Ciência e Saúde Coletiva. 22 (10): 3281-3293. 2017.

PII, Y., *et al.* **Microbial interactions in the rhizosphere: beneficial influences of plant growth-promoting rhizobacteria on nutrient acquisition process. a review.** Biology and Fertility of Soils, Firenze, v.51, p.403-415, 2015.

POLETTI, M. **Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).** 2007. 166p. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2007.

POLETTI, M. Ácaros predadores no controle de pragas. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Eds). **Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica.** Viçosa: EPAMIG, p.213-231. 2010.

POLETTI, M.; COLLETTE, L.; OMOTO, C. (2008). **Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae).** BioAssay. 33. 10.14295/BA.v3.0.58.

POZZEBON, A.; BORGIO, M.; DUSO, C. **The effects of fungicides on non-target mites can be mediated by plant pathogens.** Chemosphere. 2010 Mar;79(1):8-17.

PRATES JÚNIOR, P.; OLIVEIRA, M. Z. A; BARBOSA, C. J. **Agroecologia: manejo de pragas e doenças de plantas.** Bahia Agrícola, v.9, n.1, p.32-33, 2011.

PSCHEIDT, J. W.; OCAMB, C. M. (eds). **Pacific Northwest Plant Disease Control Handbook.** Corvallis: Oregon State Univ. 1999.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. **A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente.** Revista Liberato. Novo Hamburgo. 10(14), 149. 2009.

ROOT, R. B. **Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*).** Ecological Monographs. 43(1): 95-124, 1973.

ROSA, V. M. D., *et al.* **Avaliação da toxicidade de pesticidas utilizados na agricultura orgânica sobre letalidade e reprodução de *Folsomia candida* e *Enchytraeus crypticus*.** XV Semana Científica Johana Döbereiner. Solo, Ciência e Vida. 19-23out, 2015.

ROUSH, R T. **Designing resistance management programs: how can you choose?** Pesticide Science. 26(4):423–44. 1989.

SALGADO, V. L. **Studies on the mode of action of spinosad: insect symptoms and physiological correlates.** Pesticide Biochemistry and Physiology. Vol.60(2): 91-102. 1998

SAMPAIO, R. M. **Controle biológico: tecnologias na construção de oportunidades no Brasil.** Análises e indicadores do Agronegócio. Vol.13, n.3, mar.2018.

SANTOS I. B., *et al.* **Seletividade ecológica e fisiológica de inseticidas em favor de *Protonectarina sylveirae*.** Horticultura Brasileira 30(2): 1149-1155. 2012

SAOUDI, A., *et al.* **Serum levels of organochlorine pesticides in the French adult population: the French National Nutrition and Health Study (ENNS), 2006-2007.** The Science of the Total Environment. 472, 1089. 2014

SARBAZ, S., *et al.* **Side effects of spiromesifen and spiroadiclofen on life table parameters of the predatory mite, *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae).** International Journal Acarology. 43(5): 380-386. 2017.

SATO, M.E., *et al.* **Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro.** Neotropical Entomology, v.31, p.449-456, 2002.

SATO, M. E., *et al.* **Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ao acaricida clorfenapir.** Bragantia. Campinas. 66(1): 89- 95. 2007.

SATO, M. E., *et al.* **Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance.** Neotropical Entomology, Londrina, v. 34, n. 6, p. 1-8, 2005.

SATO, M. E., *et al.* **Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no Estado de São Paulo.** Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 76, p. 217-223, 2009.

SATO, M.E.; *et al.* **Resistência do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Kock, (Acari: Tetranychidae) a diversos acaricidas em morangueiro (*Fragaria* sp.) nos municípios de Atibaia-SP e Piedade-SP.** Ecosistema, Espírito Santo do Pinhal, v. 19, p. 40-46, 1994.

SILVA, F. R. da; *et al.* **Toxicidade de acaricidas para ovos e fêmeas adultas de *Euseius alatus* Deleon (Acari: Phytoseiidae).** Caatinga, v.19, p.294-303, 2006.

SILVA, M. F. O.; COSTA, L. M. **A indústria de defensivos agrícolas.** BNDS Setorial. 35: 233-276. 2012.

SILVA, A. C. B., *et al.* **Lethal and sublethal effects of neem oil to the predatory mite *Proprioseiopsis neotropicus* (Acari: Phytoseiidae).** Revista Colombiana de Entomología 39 (2): 221-225. 2013.

SILVEIRA, L. F. V., *et al.* **Seleção de isolados de *Bacillus thuringiensis* Berliner para *Tetranychus urticae* Koch.** Arquivos do Instituto Biológico. São Paulo, v.78, n.2, p.273-278. 2011.

SIEMERING, G.; RUARK, M.; GEVENS, A. **The Value of *Bacillus amyloliquefaciens* for Crop Production. Microbial Cell Factories.** Iowa State University Agronomy Extension. "Compendium of Research Reports on Use of Non-Traditional Materials for Crop Production. 2016. Disponível em: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0145/8808/4272/files/A4114-03.pdf>. Acesso em 22/07/2019

SCHLESENER D .C. H., *et al.* **Efeitos do nim sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e os predadores *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae).** Revista Brasileira de Fruticultura. 35:59–66. 2013.

SOARES, J. J.; NASCIMENTO, A. R. B.; SILVA, M. V. **Predadores e parasitóides chaves e seletividade de inseticidas na cultura algodoeira.** Campina Grande. 29p. (Embrapa Algodão. Documentos, 209). 2008.

SOUZA, J. R. *et al.* **Toxicity of some insecticides used in maize crop on *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) immature stages.** Chilean Journal of Agricultural Research, v.74, p.234-239, 2014.

SPARKS T. C., *et al.* (1996) **Chemistry and biology of the spinosyns: components of spinosad (Tracer®), the first entry into DowElanco's naturalyte class of insect control products.** In: DUGGER, P.; RICHTER, D. (eds) Proc Beltwide Cotton Prod Conf, National Cotton Council of America, Memphis, pp 692-696. 1996

SPARKS, T. C.; CROUSE, G. D.; DURST, G. **Natural products as insecticides: the biology, biochemistry and quantitative structure-activity relationships of spinosyns and spinosoids.** Pest Management Science. 57(10): 896-905. 2001.

SOMERVILLE, A., *et al.* **Adjuvants – Oils, surfactants and other additives for farm chemicals.** Grains Research & Development Corporation. 48p. 2012.

- STOLERU, V.; SELBITTO, V. M. **Pest Control in Organic Systems.** Environmentally Sound Pest Management, 1st ed.; Gill, H., Ed.; IntechOpen: London, UK; pp. 1239–1560. 2016
- SUJII, E., *et al.* Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica. In: VENZON, M.; PAULA JUNIOR, T. J.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica.** EPAMIG URZM. cap.8, pp.143-168. 2010.
- SZUMLAS, D. E. **Behavioral responses and mortality in German cockroaches (Blattodea: Blattellidae) after exposure to dishwashing liquid.** Journal of Economic Entomology, Annapolis, v.95, p.390-398, 2002.
- TERRA, F. H. B. **A Indústria de Agrotóxicos no Brasil.** 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico). Universidade Federal do Paraná. 2008.
- TILMAN, D.; CLARK, M. **Global diets link environmental sustainability and human health.** Nature 515, 518–522 (2014).
- TITTONELL, P. **Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature.** Current Opinion Environmental Sustainability. Vol.8:53–61. 2014.
- THOMPSON, G.; HUTCHINS, S. **Spinosad.** Pesticide Outlook 10:78-81. 1999.
- TIVELLI, S. W. **Como controlar pragas e doenças no cultivo orgânico?** Informações Tecnológicas. Pesquisa e Tecnologia. Vol.10 (1): 2013.
- TOMIZAWA, M.; CASIDA, J. E. **Selective Toxicity of Neonicotinoids Attributable to Specificity of Insect and Mammalian Nicotinic Receptors.** Annual Review of Entomology, Berkeley, Estados Unidos. v.48, p. 339-364, 2003.
- TORRES, J. B.; BUENO, A. F. **Conservation biological control using selective insecticides – A valuable tool for IPM.** Biological Control 126 (2018) 53–64.
- UECKERMANN, E., *et al.* **Tetranychus urticae and Tetranychus cinnabarinus: Synonymous or not?** Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie. 32(1). 2013
- US EPA. 2007. **Revised Reregistration Eligibility Decision (RED) Document for the Aliphatic Solvents Case (Mineral Oil and Aliphatic Petroleum Hydrocarbons).** US Environmental Protection Agency. Disponível em: <http://www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-OPP-2006-0284-0011>. Acesso 06/02/2020.
- VLAMAKIS, H., *et al.* **Control of cell fate by the formation of an architecturally complex bacterial community.** Genes and Development. 22(7): 945–953. 2008.
- VENZON, M., *et al.* Manejo de pragas na agricultura orgânica. In: LIMA, P. C., *et al.* **Tecnologia para produção orgânica.** In: Manejo de Pragas na Agricultura Orgânica. EPAMIG URZM, pp.107-128. 2010.

VENZON, M., *et al.* **Manejo agroecológico das pragas das fruteiras.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.37, n.293, p.94-103, 2016

VAVRINA, C. S.; STANSLY, P. A.; LIU, T. X. **Household detergent on tomato: phytotoxicity and toxicity to silverleaf whitefly.** HortScience v. 30 (7), p. 1406-1409, 1995.

VILELA, E. F.; PALLINI, A. Uso dos semioquímicos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J.R.P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. cap. 31, p.529-542.

WARE, G. W.; WHITACRE, D. M. **An introduction to insecticides.** The Pesticide Book. 6<sup>th</sup>ed. MeisterPro Information Resources. 2004.

WEINZIERL, R.; HENN, T. **Alternatives in Insect management: Biological and Biorational Approaches.** North Central Regional Extension Publication 401. Cooperative Extension Service. 73p. (1991).

WORKMAN, P.; MARTIN, N. **Towards integrated pest management of *Thrips tabaci* in onions.** New Zealand Plant Protection. 188 (55): 188-192. 2002.

WRIGHT D. J., *et al.* **The translaminar activity of abamectin (MK-936) against mites and aphids.** Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit. Gent 50(2b):633-637. 1985.

YANAR, D. **Side effects of different doses of azadirachtin on predatory mite *Metaseiulus occidentalis* (NESBITT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) under laboratory conditions.** Applied Ecology and Environmental Research 17(2):3433-3440. 2019.

YUN, D. C., *et al.* **Identification of surfactins as aphicidal metabolite produced by *Bacillus amyloliquefaciens* G1.** Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. 56(6):751-753. 2013.

ZANUNCIO JÚNIOR, J. S., *et al.* **Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável.** Revista Científica Intelletto Venda Nova do Imigrante, ES, Brasil v.3, n.3, 2018, p.18-34.

ZHAO, X., *et al.* **Collagen-like proteins (ClpA, ClpB, ClpC, and ClpD) are required for biofilm formation and adhesion to plant roots by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42.** PLoS One. 10(2): e0117414. 2015.

## **ANEXO 1. Especificações dos tratamentos utilizados em ambos os experimentos**

### **1 - FitoNeem®**

#### **COMPOSIÇÃO:**

Óleo de Neem ( <i>Azadirachta indica</i> ).....	850 g/L (85,0% m/v)
Concentração de Azadiractina A.....	2,00 g/L (0,200% m/v)
Concentração de Azadiractina B.....	1,00 g/L (0,100% m/v)

CLASSE: Inseticida/Fungicida

GRUPO QUÍMICO: Triterpenóide

De acordo com a empresa titular do registro do produto, DalNeem Brasil: é inseticida/fungicida, eficaz no controle da praga mosca-branca (*Bemisia tabaci* e *Bemisia argentifolii*) e oídio do feijoeiro (*Erysiphe polygoni*). A Azadiractina também possui ação sistêmica e as mudas das plantas podem absorver e acumular os compostos presentes no FITONEEM para fazer a planta ficar resistente à pragas. FITONEEM interrompe a reprodução dos insetos e esteriliza os órgãos reprodutores. Reduz a capacidade de crescimento dos insetos, agindo na regulação do crescimento: A atividade de ecdise é suprimida e a larva não consegue pupar, permanecendo na fase larval e, finalmente, morre. FITONEEM afeta a digestão dos insetos, excreção e locomoção como um elemento inibidor de alimentação: Uma antionda peristáltica no canal alimentar é induzida e isso produz algo semelhante à sensação de vômito no inseto e devido a esta sensação, o inseto não se alimenta na área tratada. Sua capacidade de engolir também fica prejudicada. FITONEEM aumenta os benefícios aos organismos polinizadores, predadores etc. Além de a formação de quitina (exoesqueleto) também ser inibida. A cópula como a comunicação sexual é interrompida. Larvas e adultos de insetos são repelidos. Os adultos são esterilizados.

### **2 – Calda Bordalesa (Motta, 2008)**

É um insumo utilizado em hortas e pomares orgânicos, devido a sua eficiência, principalmente em controlar várias doenças causadas por fungos (míldio, ferrugem, requeima, pinta preta, cercosporiose, antracnose, manchas foliares,

podridões, entre outras) em diversas culturas, tendo efeito secundário contra bacterioses. Tem também efeito repelente contra alguns insetos, tais como: cigarrinha verde, cochonilhas, trips e pulgões. O seu uso é permitido na agricultura orgânica porque os seus componentes, sulfato de cobre e cal, são pouco tóxicos, além de contribuir para o equilíbrio nutricional das plantas, fornecendo cálcio e cobre. Existem formulações prontas do produto no comércio, porém, pela facilidade de preparo, eficiência e economia, compensa a sua preparação caseira.

**COMPOSIÇÃO:**

Sulfato de cobre – 100 gramas

Cal hidratada – 180 gramas

Água – 10 litros

**3 – Detergente neutro “YPÊ”:**

(<https://www.ype.ind.br/uploads/produtos/fispq/FISPQ-LAVA-LOUCAS-REGULAR.pdf>)

**COMPOSIÇÃO:** (%) - faixa de concentração num frasco de

Dodecilbenzenossulfonato de sódio – 5,0 a 15%

Lauril éter sulfato de sódio – 1,0 a 10,0%

Bronopol - <0,2%

De acordo com a ficha de informações de segurança de produtos químicos, o produto não apresenta persistência e é considerado rapidamente degradável, com uma taxa de 95% de degradabilidade em 28 dias.

**4 - Tracer®**

**COMPOSIÇÃO:**

Espinosade – 480g/L

**CLASSE:** Inseticida não sistêmico de origem biológica

**GRUPO QUÍMICO:** Espinosinas.

**CLASSE TOXICOLÓGICA:** III – perigoso ao meio ambiente.

De acordo com a empresa titular do registro do produto, Dow AgroSciences Industrial Ltda, ® é indicado para o controle de insetos-praga nas culturas de Algodão, Batata, Brócolis, Café, Cebola, Citros, Couve, Couve-chinesa, Couve-de-



bruxelas, Couve-flor, Crisântemo, Feijão, Melancia, Milho, Repolho, Soja, Sorgo e Tomate.

### **5 – Abamex®**

COMPOSIÇÃO: Abamectina – 18 g/L

CLASSE: Acaricida/inseticida de contato e ingestão

GRUPO QUÍMICO: Avermectinas

CLASSE TOXICOLÓGICA: I – extremamente tóxico.

De acordo com a empresa titular do registro do produto NUFARM INDÚSTRIA QUÍMICA E FARMACÊUTICA S/A, é um Acaricida, Inseticida, Nematicida de contato e ingestão para o controle de pragas em diversas culturas: algodão, batata, café, citros, coco, cravo, crisântemo, maçã, mamão, melancia, melão, morango, pepino, pimentão, soja, tomate e uva.

### **6 - Nimbus®**

COMPOSIÇÃO:

Ingrediente Ativo: Óleo mineral .....428 g/L

CLASSE: Adjuvante

GRUPO QUÍMICO: Hidrocarbonetos alifáticos

CLASSE TOXICOLÓGICA: III – perigoso ao meio ambiente.

De acordo com a empresa titular do registro do produto Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., trata-se de um adjuvante que deve ser adicionado à calda de agrotóxicos. Tende a aumentar a atividade biológica e a eficiência de diferentes compostos devido à distribuição mais adequada das formulações sobre as superfícies foliares, aumentando a absorção e translocação dos compostos aplicados; aumenta a penetração dos compostos através da cutícula foliar, devido à destruição das camadas de cera presentes nas folhas. Trata-se de um produto altamente persistente no meio ambiente; altamente tóxico para organismos aquáticos.

## 7 - Ecoshot®

### COMPOSIÇÃO:

*Bacillus amyloliquefaciens* cepa D-747 (contendo um mínimo de 5 x 10<sup>10</sup> UFC/g) - 250 g/kg (25,0% m/m)

CLASSE: Fungicida Microbiológico

CLASSE TOXICOLÓGICA: IV – pouco perigoso ao meio ambiente

De acordo com a empresa titular do registro do produto IHARABRAS S.A. INDÚSTRIAS QUÍMICAS, é um fungicida microbiológico que age destruindo as membranas e paredes celulares de fungos patogênicos. Deve ser sempre utilizado preventivamente em aplicação foliar e aplicação através da imersão dos frutos na pós-colheita.

## ANEXO 2. Fotos referentes aos experimentos realizados

**Figura 1:** Preparo dos tratamentos para aplicação.



**Foto:** Sergio P. S. Júnior, 2019.

**Figura 2:** Montagem da arena com ácaro predador *Neoseiulus californicus* (Spical®) e aplicação dos tratamentos.



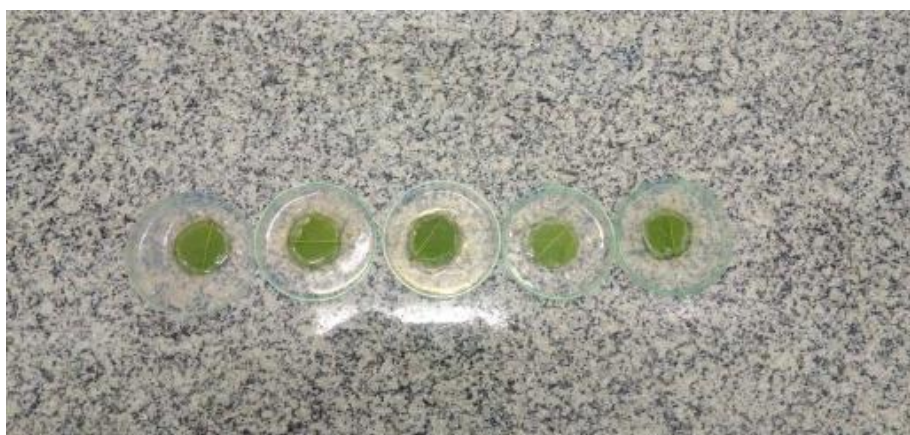
**Foto:** Sergio P. S. Júnior, 2019.

**Figura 3:** Arena contendo *Neoseiulus californicus* (Spical®) e papel hidro sensível indicando aplicação dos tratamentos.



**Foto:** Sergio P. S. Júnior, 2019.

**Figura 4:** Arena contendo *Neoseiulus californicus* (Neomip Max®).



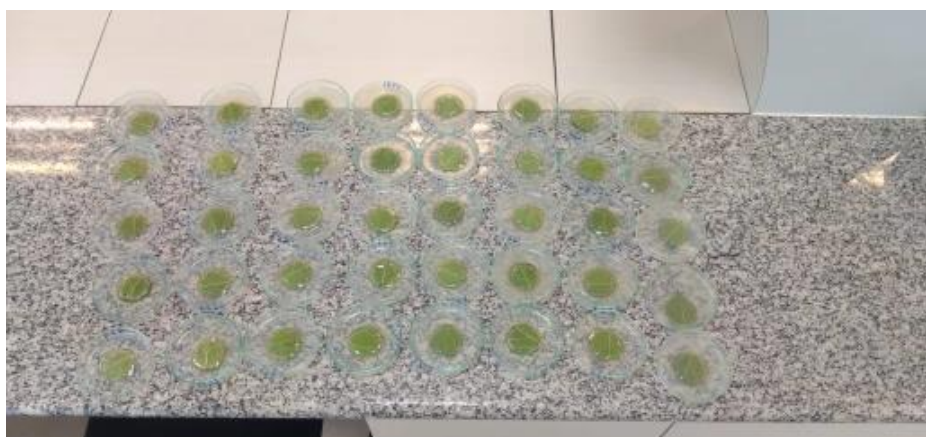
**Foto:** Sergio P. S. Júnior, 2019.

**Figura 5:** Arena contendo *Neoseiulus californicus* (Neomip Max®) e aplicação dos tratamentos com aerógrafo.



**Foto:** Sergio P. S. Júnior, 2019.

**Figura 6:** Arena contendo *Neoseiulus californicus* (Neomip Max®), todos os tratamentos



**Foto:** Sergio P. S. Júnior, 2019.