

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

VICTOR BERNARDO VICENTINI

**TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS COM POTENCIAL DE AÇÃO
SOBRE ÁCARO RAJADO *Tetranychus urticae* Koch NO
MORANGUEIRO *Fragaria x ananassa* Duch**

ALEGRE, ES

2010

VICTOR BERNARDO VICENTINI

**TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS COM POTENCIAL DE AÇÃO
SOBRE ÁCARO RAJADO *Tetranychus urticae* Koch NO
MORANGUEIRO *Fragaria x ananassa* Duch**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli

Co-orientador: Prof. Dr. Adilson Costa Vidal

**ALEGRE, ES
2010**

VICTOR BERNARDO VICENTINI

**TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS COM POTENCIAL DE AÇÃO
SOBRE ÁCARO RAJADO *Tetranychus urticae* Koch NO
MORANGUEIRO *Fragaria x ananassa* Duch**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado: 19 de Fevereiro de 2010.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Dirceu Pratissoli
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Anderson Mathias Holtz
IFES-Colatina

Prof. Dr. Adilson Costa Vidal
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. José Salazar Zanuncio Junior
MEPES

A Célia e Antônio, que me deram a vida.

Ao meu afilhado, Lucas.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me iluminar e amparar nos momentos difíceis.

À Universidade Federal do Espírito Santo, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade concedida para a realização desse curso.

À FAPES, pela concessão da bolsa para realização do curso.

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), pelo financiamento do projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida ao laboratório.

Aos meus pais Antônio e Célia, por todo o esforço e carinho realizado em toda minha vida para que hoje possa está concretizando esse sonho.

Aos meus irmãos Carolina e Philippe, por terem me dado todo apoio durante minha longa jornada.

A toda família Bernardo e Vicentini, pelo afeto e felicidade proporcionada.

A Michele, pelo amor, carinho e compreensão da minha ausência.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Dirceu Pratissoli pela orientação, apoio e esforço incondicional para que nada faltasse para pesquisa.

Ao meu Co-orientador, Professor Dr. Adilson Costa Vidal pelo auxílio na redação e produção dos artigos.

Ao professor, Dr. Ricardo Antonio Polanczyk e ao professor Dr. Anderson Mathias Holtz pelo incentivo à pesquisa e ensinamentos.

Ao professor Hugo Gonçalves e ao Dr. Ulysses Rodrigues Vianna, que sempre estavam dispostos a auxiliarem na condução e elaboração do trabalho.

Aos meus companheiros e colegas de laboratório, Fernando, João Paulo, Flávio, Vando, Lígia, Débora e Larissa pela ajuda e sugestões nos experimentos e a todos os outros que me ajudaram de alguma forma, seja na condução dos trabalhos ou nas disciplinas cursadas.

Aos funcionários do laboratório, Dona Maria Carlota e Leonardo Mardgan, pela ajuda e amizade.

Aos companheiros da República do Rodo (*in memoriam*), João Victor, Leonardo e a todos aqueles que passaram por essa inesquecível república, pelos momentos de ajuda, alegria e união.

Aos frequentadores assíduos da República do Rodo, Hugo, Melini, Isadora, Welington, Amanda, Julia, Raoni e Gina, pelos belos momentos proporcionados.

Aos meus amigos, Moises Zucoloto e Gustavo Almeida, pelo incentivo a pesquisa, companheirismo e amizade.

E todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Tudo aquilo que você vividamente imagina, ardentemente deseja, sinceramente acredita e entusiasticamente põe em ação. Inevitavelmente acontecerá”.
Paul J. Meyer

BIOGRAFIA

Victor Bernardo Vicentini, filho de Antonio Passos Vicentini e Célia Ligia Bernardo, nasceu em Vila Velha, Espírito Santo, em 19 de Novembro de 1985.

Concluiu o 2º grau (ensino médio) em 2002, na escola de 1º e 2º graus “Nacional”.

Ingressou no curso de Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo em 2003, graduando-se em 2007.

Em Março de 2008, ingressou no curso de Mestrado em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da UFES, defendendo sua dissertação em Fevereiro de 2010.

VICENTINI, Victor Bernardo, M.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Fevereiro de 2010. **Tecnologias alternativas com potencial de ação sobre ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch no morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch.**
Orientador: Dr. Dirceu Pratissoli. Co-orientador: Dr. Adilson Costa Vidal

RESUMO

O ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari: Tetranychidae) é uma praga que causa dano ao morangueiro, atacando as folhas e acarretando grandes prejuízos. Portanto, este trabalho avalia os efeitos dos extratos de plantas e indutores de resistência sobre o ácaro rajado no morangueiro. No experimento com extratos botânicos, concentrações de extratos de folhas de *Cymbopogon winterianus* (citronela), extratos de frutos de *Sapindus saponaria* (saboneteira), formulado de nim (Azamax[®]) e Emulsionável Pratissoli (0, 1, 2, 3, 4, 5%) foram aplicadas sobre discos de folhas de morangueiro da cultivar Camarosa, acondicionadas em placa de Petri e infestadas com 10 fêmeas de *T. urticae*, sendo utilizadas 10 repetições por concentração. Na testemunha, foi utilizada água destilada. As avaliações foram realizadas 24, 72 e 120 horas após o início do experimento, observando-se a mortalidade e o número de ovos do ácaro rajado. A partir dos dados obtidos, foram estimadas as CL₅₀. O experimento foi mantido em câmara climatizada, a temperatura de 25 ± 1 °C, 70 ± 10% de UR e fotofase de 12 h. O formulado Azamax[®], o emulsionável Pratissoli e todos os extratos vegetais causaram mortalidade em fêmeas do ácaro rajado, além de interferir na oviposição. Destacaram-se o extrato de saboneteira e o emulsionável Pratissoli por obterem menores CL₅₀, portanto, são mais tóxicos. Dessa forma, a utilização dos extratos vegetais e do emulsionável Pratissoli pode ser uma alternativa com potencial de manejo para o ácaro rajado. Em relação aos indutores de resistência, avaliou-se o efeito da indução de resistência em morangueiro em relação ao ácaro rajado, utilizando argila silicatada, silicato de potássio e metassilicato de sódio em concentrações de 1%, avaliando-se a mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* e o número de ovos. As avaliações foram realizadas após a 1^o, 2^o e 3^o aplicações foliares dos produtos em plantas de morangueiro cultivar Camarosa. Na testemunha, foi aplicado água destilada. Após as aplicações, discos de folhas foram retiradas das plantas e acondicionadas em placas de Petri, logo, foram infestadas com 10 fêmeas

de ácaro rajado em um total de 10 discos de folhas e, finalmente, mantidas em câmara climatizada a temperatura de 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 h. Após 120 horas, a mortalidade foi quantificada e posteriormente corrigida pela fórmula de Abbott (1925), sendo também observado o número de ovos. Os tratamentos submetidos à argila silicatada e silicato de potássio apresentaram maior mortalidade quando comparados à testemunha, obtendo, resultados significativamente melhores com 3 aplicações. A redução do número de ovos foi significativa para todos os tratamentos quando comparados à testemunha na terceira aplicação, ressaltando o tratamento com silicato de potássio que conferiu maior redução. Esses resultados demonstram que a indução de resistência é uma medida com potencial para o manejo dessa praga em cultivos de morangueiro.

Palavras-chave: Tetranychidae, morango, extratos vegetais, indutores de resistência, manejo fitossanitário.

VICENTINI, Victor Bernardo, M.Sc., University Federal of Espírito Santo, February 2010. **Potential of alternative technologies on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch on strawberry *Fragaria x ananassa* Duch.** Adviser: Dr. Dirceu Pratissoli. Co-adviser: Dr. Adilson Costa Vidal.

ABSTRACT

Two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari: Tetranychidae) is a pest that causes damage to the strawberry, attacking the leaves and causing extensive damage. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of plant extracts and inducers of resistance on the mite in strawberry. In the experiment with botanical extracts, concentrations of leaf extracts of *Cymbopogon winterianus* (citronella), extracts of *Sapindus saponaria* (saboneteira), formulated neem (Azamax ®) and Emulsionável Pratissoli (0, 1, 2, 3, 4, 5%) were applied to discs leaves of the strawberry variety Camarosa placed in a Petri dish and infested with 10 females of *T. urticae*, using 10 replicates per concentration. In witness it was used distilled water. Evaluations were performed 24, 72 and 120 hours after the start of the experiment, observing the mortality and the number of spider mite eggs. LC₅₀ was estimated from data obtained. The experiment was kept at temperature of 25 ± 1 ° C, 70 ± 10% RH and photophase of 12 h. The formulated Azamax ®, emulsionável Pratissoli and all plant extracts caused mortality on female spider mite, and interfere with the oviposition. The extract of *S. saponaria* and emulsionável Pratissoli were the most notorious for having lower LC₅₀, thus are more toxic. Thus, the plant extracts and emulsionável Pratissoli can be an alternative with potential for management mite. In the test with inductons of resistance, it was evaluated the effect of induction in strawberry against the spider mite, calcium silicate, potassium silicate and sodium metasilicate applications at concentrations of 1%, assessing the mortality of adult females of *T. urticae* and the number of eggs. The evaluations were performed after 1, 2 and 3 foliar applications of products on Camarosa strawberry plants cultivar. Test control was applied distilled water. Forward the applications, leaf discs from plants was placed in Petri dishes, then, were infested with 10 female mite in a total of 10 leaf discs, and kept at temperature of 25 ± 1 ° C, 70 ± 10% RH and photophase of 12 h. After 120 hours the mortality was quantified and subsequently corrected by Abbott's formula (1925), and also observed the number of eggs. Tests underwent

silicate clay and potassium silicate showed higher mortality compared to the control, obtaining significantly better results with 3 applications. Reducing the number of eggs was significant for all tests when compared to the control at the third application, with emphasis on test with potassium silicate assigning higher reduction. These results show that the induction of resistance is a potential method for this pest in strawberry crops.

Key-words: Tetranychidae, strawberry, botanical extracts, induction of resistance, control disease.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Cultura do morangueiro	3
2.1.1 Panorama da Cultura no Mundo.....	5
2.1.2 Panorama da Cultura no Brasil e no Espírito Santo	5
2.1.3 Controle de Pragas na Cultura do Morango	7
2.2 Ácaro rajado <i>Tetranychus urticae</i> (Acari: Tetranychidae).....	8
2.2.1 Biologia e Hábitos.....	8
2.2.2 Danos	9
2.2.3 Formas de Controle.....	10
2.3 Inseticidas botânicos.....	10
2.3.1 Vantagens e desvantagens de inseticidas botânicos	12
2.3.2 Modos de ação de inseticidas botânicos	13
2.3.3 Espectro de ação dos inseticidas botânicos	14
2.3.4 Exemplos de inseticidas botânicos	15
2.3.4.1 Nim (<i>Azadirachta indica</i> A. juss).....	15
2.3.4.2 Citronela de Java (<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt).....	16
2.3.4.3 Saboneteira (<i>Sapindus saponaria</i> L.).....	17
2.4 Indutores de resistência.....	17
2.4.1 O silício no solo	19
2.4.2 O silício nas plantas	20
2.4.3 O silício como indutor de resistência às plantas.....	21
3. REFERÊNCIAS.....	23
Capítulo I.....	35

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE EXTRATOS ALCOÓLICOS SOBRE <i>Tetranychus urticae</i> Koch (1836) (ACARI:TETRANYCHIDAE) EM MORANGUEIRO <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.....	35
RESUMO	36
ABSTRACT	37
1 INTRODUÇÃO.....	39
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.1 Criação de <i>Tetranychus urticae</i>	41
2.2 Cultivo das mudas de morangueiro	41
2.3 Obtenção do material vegetal e preparação dos extratos.....	42
2.3.1 <i>C. winterianus</i> (citronela)	42
2.3.2 <i>S. saponaria</i> (saboneteira)	42
2.3.3 <i>A. indica</i> (Nim)	42
2.3.4 Emulsionável Pratissoli.....	43
2.4 Preparação dos bioensaios	43
2.5 Aplicação dos extratos alcoólicos	44
2.6 Delineamento estatístico.....	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.1 Efeito do extrato de <i>C. winterianus</i> aplicados sobre fêmeas de <i>T. urticae</i> em discos de folhas de morangueiro.	45
3.2 Efeito do extrato de <i>S. saponaria</i> aplicados sobre fêmeas de <i>T. urticae</i> em discos de folhas de morangueiro	48
3.3 Efeito do formulado Azamax [®] aplicado sobre fêmeas de <i>T. urticae</i> em discos de folhas de morangueiro	51
3.4 Efeito do emulsionável Pratissoli aplicados sobre fêmeas de <i>T. urticae</i> em discos de folhas de morangueiro	54
3.5 Comparação da CL ₅₀ dos tratamentos	56
4. CONCLUSÕES	57
6. REFERÊNCIAS.....	58

Capítulo II.....	61
POTENCIAL DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA AO <i>Tetranychus urticae</i> Koch EM MORANGUEIRO <i>Fragaria x ananassa</i> Duch (1836) (ACARI:TETRANYCHIDAE).....	61
RESUMO	62
ABSTRACT.....	63
1 INTRODUÇÃO.....	64
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	66
2.1 Criação de <i>Tetranychus urticae</i>	66
2.2 Cultivo das mudas de morangueiro	66
2.3 Aplicações dos tratamentos.....	67
2.4 Preparação dos bioensaios	67
2.5 Delineamento estatístico.....	67
3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	69
3.1 Efeito dos indutores de resistência sobre a mortalidade de fêmeas adultas de <i>T. urticae</i>	69
3.2 Efeito dos indutores de resistência sobre número de ovos ovipositados por fêmeas adultas de <i>T. urticae</i>	71
4 CONCLUSÕES.....	75
5. REFERÊNCIAS.....	76

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os ácaros (Acari: Arachnida) pertencem ao grupo mais heterogêneo de aracnídeos, pois apresentam enorme diversidade de espécies em relação aos hábitos alimentares e habitats (RUPPERT et al., 2005). A idade dos fósseis mais antigos está estimada em torno de 380 milhões de anos (LABANDEIRA et al., 1997). Atualmente, existem mais de 50.000 espécies de ácaros descritas (MORAES & FLECHTMANN, 2008); no entanto, outras estimativas revelam que esse número pode atingir aproximadamente 500.000 espécies (ADIS, 2002).

Entre as espécies mais importantes para a agricultura, encontra-se o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari: Tetranychidae). Essa espécie se alimenta de inúmeras espécies de plantas em várias regiões do mundo, ou seja, é uma espécie cosmopolita e polífaga (MORAES & FLECHTMANN, 2008).

Na cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch), o ácaro-rajado é a principal praga, podendo reduzir a produção de frutos em 80%, quando atinge o ponto máximo de desenvolvimento da população (CHIAVEGATO & MISCHAN, 1981). Esse aracnídeo ataca as folhas desenvolvidas do morangueiro, as quais mostram manchas branco-prateadas na face inferior, e certa quantidade de teia. Na face superior das folhas, aparecem áreas inicialmente cloróticas, que posteriormente ficam bronzeadas. Essas folhas secam e caem, com diminuição da área fotossintética e consequente redução na produção (FLECHTMANN, 1985; SATO et al., 2002).

O controle do ácaro-rajado *T. urticae*, na cultura do morangueiro, tem sido realizado quase exclusivamente por meio da aplicação de acaricidas (EASTERBROOK et al., 2001). Contudo, esse método de controle vem recebendo muitas críticas, em razão dos problemas ambientais causados (SATO et al., 2002). O maior problema associado ao controle químico dessa espécie de ácaro é seu elevado potencial reprodutivo e seu curto ciclo de vida, que favorecem o rápido desenvolvimento de resistência aos acaricidas (STUMPF & NAUEN, 2001). Além disso, a utilização de acaricidas é dificultada pelo fato das colheitas do morango serem realizadas diariamente e o fruto

consumido *in natura*, gerando a necessidade de utilizar produtos com curto período de carência e baixa toxidez (FADINI et al., 2004).

Portanto, modelos de produção baseados em altos gastos energéticos com agrotóxicos e fertilizantes estão sendo reavaliados quanto à sua sustentabilidade ao longo do tempo e as suas consequências ao homem e ao ambiente (FADINI & LOUZADA, 2001). Essa tendência tecnológica tem sido impulsionada, principalmente, por pressão de grupos de consumidores esclarecidos quanto aos problemas ambientais decorrentes de práticas agrícolas convencionais. O consumidor tem, cada vez mais, interesse em conhecer como os alimentos são produzidos, se o modelo de produção agrícola utilizado está causando impactos danosos aos agroecossistemas e se existe algum risco de contaminação do alimento e, conseqüentemente, da população (PESSOA et al., 2002).

Dessa forma, a produção de alimentos sem resíduos de agrotóxicos, com uma demanda em crescimento (20% ao ano), também impulsionou as pesquisas para o desenvolvimento de métodos de manejo de pragas que deixassem os alimentos isentos de resíduos agrotóxicos (TERZIAN, 2007).

Extratos botânicos e indutores de resistências, por exemplo, são fontes alternativas que podem ser utilizadas no controle de pragas, sendo compatíveis com programas de manejo fitossanitário de pragas, que têm adquirido importância como ferramenta para o controle de insetos e ácaros, reduzindo os efeitos negativos ocasionados pela aplicação descontrolada de produtos químicos.

Em se tratando de extratos botânicos, a flora brasileira é dotada de várias espécies vegetais ricas em compostos secundários com ação inseticida e acaricida, destacando-se os monoterpenos e seus análogos, que estão presentes em grande abundância em óleos essenciais de muitas plantas superiores. Esses compostos são tipicamente lipofílicos, tendo alto potencial para interferências tóxicas em processos bioquímicos básicos, com consequências fisiológicas e comportamentais em pragas (PRATES & SANTOS, 2002).

A resistência induzida consiste no aumento do nível de resistência da planta por meio da utilização de agentes externos (indutores), sem qualquer alteração do genoma da planta, é uma alternativa de controle de fácil manejo e baixo custo (STADNIK, 2000). O silício tem sido citado como um exemplo de indutor de resistência. Segundo Epstein (1999), o fornecimento de silício tem beneficiado muitas espécies vegetais, estimulando o crescimento e a produção, além de propiciar proteção contra estresses abióticos e diminuir a incidência de pragas e doenças.

Portanto, pela importância da cultura do morangueiro no Estado do Espírito Santo e os problemas proporcionados pelo o ácaro rajado, cujo controle é realizado praticamente com agrotóxicos, esta pesquisa avalia a utilização de extratos botânicos e indutores de resistência com potencial para o manejo de *T. urticae* no morangueiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do morangueiro

Pelo sistema de Classificação Vegetal de Cronquist (1988), o morangueiro pertence à Divisão Magnoliophyta (Angiospermae), Classe Magnoliopsida (Dicotyledoneae), Subclasse Rosidae, Ordem Rosales, Família Rosaceae Gênero *Fragaria* L. e Espécie *Fragaria x ananassa* Duch. É uma planta herbácea, rasteira, perene; porém, cultivada como anual. O sistema radicular é fasciculado e muito superficial, sendo que a maior parte das raízes concentra-se nos primeiros 5 cm de solo (FILGUEIRA, 2003).

A coloração, o aroma e o sabor especial da fruta, assim como suas propriedades nutritivas, fazem do morango um produto apreciado para o consumo, tanto *in natura*, como em múltiplas formas de processamento (HANCOCK et al., 1990). A fruta do morangueiro possui alto conteúdo de vitamina C e ácido fólico, grande poder antioxidante devido aos componentes fenólicos e também uma elevada quantidade de ácido elágico, um constituinte com propriedades antimutagênicas e anticancerígenas (MASS et al., 1991; TESTONI & LOVATI, 1998; HANNUM, 2004).

As principais cultivares utilizadas no Brasil tem origem nos Estados Unidos, destacando-se a 'Aromas', 'Camarosa', 'Dover', 'Oso Grande' e 'Sweet Charlie', da Espanha, a 'Milsei-Tudla', dos programas de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado ('Bürkley', 'Santa Clara' e 'Vila Nova') e do Instituto Agrônomo - IAC ('Campinas') (BRAHM et al., 2005).

A cultura se caracteriza pela utilização de mão de obra familiar, em pequenas áreas de cultivo, podendo gerar um incremento significativo de renda e ocupação de mão de obra no campo, conferindo uma elevada importância socioeconômica (BOTELHO, 1999). Por outro lado, a cultura corresponde a um alto ônus financeiro, estimado por Camargo Filho (1994) em mais de 60% das despesas de cultivo, devido a pouca utilização de trabalho mecânico, principalmente nas operações de plantio e colheita.

Porém, em relação aos tratamentos fitossanitários na cultura, ainda é realizado de forma errônea, devido à falta de informações precisas sobre medidas de segurança na aplicação de agrotóxicos, bem como seus efeitos sobre o ambiente e a saúde humana predominam no meio rural.

Em face da utilização em larga escala e de maneira inadequada, houve a iniciativa no Brasil de avaliação de resíduos de agrotóxicos nos alimentos. No ano de 2001, o Ministério da Saúde, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), implantou o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), que realiza a amostragem de alimentos pré-determinados em gôndolas de supermercados. Os resultados dessas análises são divulgados anualmente.

No ano de 2008, foram analisadas 86 amostras de morango, sendo que 36,05% (31 amostras) foram consideradas insatisfatórias. Foram detectados resíduos de ingredientes ativos não autorizados para a cultura, tais como: endossulfam (em 10 amostras), captana (8), clorfenapir (8), metamidofós (5), acefato (3), clorotalonil (2), deltametrina (2), clorpirifós (2), folpete (2), procloraz (2) e tetradifona (1). Os resíduos acima do limite máximo de resíduo (LMR) foram: ditiocarbamatos (2), fempropatrina (1) e tebuconazol (1). Das 31 amostras irregulares, foram constatadas 49 ocorrências de resíduos, ou seja, algumas amostras apresentaram resíduos de mais de um ingrediente ativo. Pelos resultados encontrados, é possível observar que a utilização de

agrotóxicos na cultura do morango é muito intensa, com ampla utilização de ingredientes ativos não autorizados. O percentual de irregularidades em 2007 foi de 43,62%, contra 36,05% no ano de 2008. Apesar da redução, essa porcentagem de irregularidade ainda é considerada alta (ANVISA, 2009).

2.1.1 Panorama da Cultura no Mundo

O morangueiro cresce melhor em regiões mais frias (REICHERT & MADAIL, 2003), mas pode se desenvolver bem em clima quente e seco (STEINBERG, 1988).

Os maiores produtores do morango no mundo são Estados Unidos, Espanha, Japão, Polônia, Itália, Turquia e México. Na América Latina, Chile é o maior produtor, seguido de Brasil, Argentina e Venezuela (FAO, 2005).

A produção mundial de morango na safra 2005/2006 foi estimada em 2.562.449 toneladas de morangos frescos e 503.200 toneladas de morangos congelados. Os maiores produtores de morangos nessa safra foram Estados Unidos (39,8%), China (25,2%), Espanha (11,5%), Japão (7,3%) e Polônia (6,2%). No caso de morangos congelados, os maiores produtores foram Estados Unidos (47,7%), China (16,4%), Polônia (14,9%), México (10,4%) e Espanha (7,9%) (AGRIANUAL, 2008).

O volume das exportações de morango no mundo oscilou ao redor de 415 mil toneladas em 2007, sendo a Espanha responsável por mais de 52% das exportações e o Canadá o maior importador, 75.000 toneladas (AGRIANUAL, 2008).

Os principais consumidores são os norte-americanos, que anualmente demandam, cerca de 730 mil toneladas da fruta fresca, vindo a seguir os japoneses com um consumo de 205 mil toneladas, os italianos, espanhóis, mexicanos e poloneses, com participações entre 85 a 20 mil toneladas consumidas a cada ano (AGRIANUAL, 2006).

2.1.2 Panorama da Cultura no Brasil e no Espírito Santo

O Brasil ainda não aparece nas estatísticas entre os grandes produtores mundiais, mas começa a se destacar, devido às condições naturais favoráveis

para o cultivo e pela produção em quase todos os meses do ano. Em 2006, o País produziu cerca de 100 mil toneladas, cultivadas numa área próxima a 3.500 ha (ANTUNES & REISSER JÚNIOR, 2007). Essa produção é quase toda voltada para o mercado doméstico, aproximadamente 70% destinada ao consumo *in natura* e 30% ao processamento.

Os estados que mais produzem morango no Brasil são Minas Gerais, produzindo cerca de 40 mil toneladas, São Paulo, com 29 mil toneladas e Rio Grande do Sul, com 11 mil toneladas, contribuindo com 80% da produção. A produtividade média nos principais estados produtores é de 34 t/ha em São Paulo, 32,7 t/ha no Rio Grande do Sul e 25,2 t/ha em Minas Gerais (ANTUNES & DUARTE FILHO, 2005; CARVALHO, 2006). Os 20 % restantes são produzidos pelos Estados do Paraná, Espírito Santo, Santa Catarina, Distrito Federal, Goiás e Rio de Janeiro. A produtividade média da cultura do morangueiro no Brasil é de 24 t/ha (SANTOS & MEDEIROS, 2003; REICHERT, 2003; OLIVEIRA & SCIVITTARO, 2006).

No Espírito Santo, o agronegócio do morango gera cerca de 16 empregos por hectare, totalizando, aproximadamente 3.000 empregos diretos atualmente somente na fase de produção, em cerca de 200 ha cultivados, com produção superior a 5.000 toneladas na safra 2008 (INCAPER, 2008).

Em razão da importância socioeconômica e da demanda crescente do morango para fins agroindustriais e mercado *in natura*, a Secretaria de Estado da Agricultura, criou o “Pólo do Morango no Espírito Santo”, abrangendo as regiões com aptidão agroclimática, com base no Mapa das Unidades Naturais do Estado, englobando os municípios delimitados, em “Terras Frias”, com altitude entre 850 e 1200 metros e “Temperaturas Amenas”, com altitude entre 450 a 850 metros (COSTA & TEXEIRA, 2004).

O pólo de morango tem como objetivo estratégico o envolvimento do setor público e privado, sendo concebido para viabilizar a produção da fruta em escala, como apoio ao Programa de Produção Integrada (PIF-Morango), potencializar e organizar as ações de pesquisa e assistência técnica, direcionar o fomento através de crédito agroindustrial e promover a diversificação agrícola e de renda para agricultores de base familiar, além de fortalecer o associativismo entre os produtores (MARTINS, 2004).

2.1.3 Controle de Pragas na Cultura do Morango

Os problemas fitossanitários no morangueiro são diversos e às vezes, de difícil controle. Para atender a exigência do mercado consumidor, que demanda um padrão de frutos livres de injúria, utiliza-se um manejo intensivo de agrotóxicos (FADINI et al., 2004a).

Os ácaros fitófagos são as principais pragas associadas à cultura do morangueiro. Dentre eles, destacam-se o ácaro do enfezamento *Phytonemus pallidus*, o ácaro vermelho *Tetranychus desertorum* e o ácaro rajado *T. urticae* (FLECHTMANN, 1985; MORAES & FLECHTMANN, 2008). Todos apresentam grande potencial de redução da produção, devido, principalmente, ao seu alto potencial reprodutivo (HELLE & SABELIS, 1985).

O controle químico de ácaros para a cultura do morangueiro é dificultado pelo reduzido número de acaricidas registrados para a cultura. Assim, a utilização de acaricidas deve ser criteriosa para que a qualidade do produto e a segurança do consumidor e do aplicador sejam garantidas. Além disso, a seleção de indivíduos resistentes aos acaricidas é outro fator limitante a sua utilização (SATO et al., 1994).

A estratégia fundamental para se evitar o surgimento de populações resistentes é reduzir a pressão de seleção dos acaricidas sobre os ácaros. Isso pode ser alcançado, utilizando o manejo integrado de pragas (PEDIGO, 1999).

Dessa forma, torna-se importante a utilização racional e conjunta de todas as medidas de controle disponíveis e viáveis, para que se consiga reduzir a utilização de agrotóxicos. Com isso, há uma crescente implantação de programas de produção integrada de frutas (PIF) no morango em todo o Brasil, que visa à produção econômica de frutas de alta qualidade, obtida, prioritariamente, com métodos ecologicamente mais seguros, minimizando-se efeitos colaterais indesejáveis do uso de agrotóxicos, para aumentar a proteção do ambiente e melhorar a saúde humana (MARTINS, 2004).

2.2 Ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

2.2.1 Biologia e Hábitos

O ácaro rajado *T. urticae* pertence à família Tetranychidae, que possui um grande número de ácaros estritamente fitófagos. Esses ácaros possuem uma característica importante e que afeta diretamente sua proliferação, reprodução e proteção, que é a produção de teia, de forma abundante. No Brasil, essa família compreende muitas espécies de importância econômica, porém o ácaro rajado é a única espécie que apresenta um grande número de hospedeiros e causa sérios danos a muitos deles (MORAES & FLECHTMANN, 2008).

O ciclo dos tetraniquídeos caracteriza-se por ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. No entanto, às vezes, observa-se apenas um estágio ninfal, o que é mais frequente na época quente, quando o desenvolvimento é tão acelerado que os ácaros passam por um estágio completo rapidamente. Normalmente, esse ciclo varia de 5 a 20 dias para os machos e de 5 a 50 dias para as fêmeas, dependendo de fatores climáticos, como temperatura. Assim como a temperatura, a umidade e o estado nutricional da planta hospedeira também podem influenciar na duração do ciclo do ácaro rajado (HELLE & SABELIS, 1985).

Os ovos são esféricos, de tonalidade amarelada, sendo a postura feita entre os fios de teia tecidos nas folhas e flores. Cada fêmea pode ovopositar cerca de 60 ovos (HELLE & SABELIS, 1985). As formas juvenis são esbranquiçadas, pouco ou nada quitinizadas e apresentam duas manchas escuras no dorso, uma de cada lado. Os adultos são semelhantes aos jovens, mas existe acentuado dimorfismo sexual, as fêmeas são ovaladas e medem cerca de 0,46 mm, os machos são menores, com aproximadamente 0,25 mm e a extremidade posterior do abdome mais estreita, medindo cerca de 0,3 mm de comprimento e as fêmeas geralmente apresentam duas manchas verde-escuras no dorso, uma de cada lado (GALLO et al., 2002). São haplo-diploides, pois os machos são produzidos por partenogênese arrenótica e as fêmeas através de reprodução sexuada (FLECHTMANN, 1985).

O período de desenvolvimento populacional de *T. urticae* é favorecido por períodos secos prolongados e temperaturas mais elevadas. Observa-se, portanto, que o período de produção de mudas de morango, de outubro a março, é ideal para o crescimento da sua população, principalmente, em veranicos que ocorrem em épocas próximas à colheita das mudas. A infestação nessa fase pode provocar atraso no desenvolvimento das plantas, enfraquecimento e diminuição na emissão dos estolões, com consequente diminuição do número de mudas produzidas. A irrigação localizada por gotejamento realizada sob a lona plástica favorece sensivelmente o desenvolvimento populacional do ácaro rajado (FORNAZIER & PRATISSOLI, 2004), por outro lado, a irrigação por aspersão proporciona a lavagem das folhas e consequente diminuição da população de ácaro.

2.2.2 Danos

O ácaro rajado é praga chave na cultura do morangueiro (FADINI & ALVARENGA, 1999). As injúrias causadas por *T. urticae* são provocadas pela perfuração das células da epiderme inferior das folhas e dos frutos verdes. Em alta população, o ácaro rajado reduz a taxa fotossintética das plantas, por causar danos às células do mesófilo foliar e o fechamento dos estômatos, acarretando redução no número e no peso dos frutos (FADINI et al., 2004b).

Os sintomas de ataque evoluem de pequenas manchas cloróticas a manchas amareladas, até as folhas totalmente avermelhadas, dependendo da infestação da praga, que pode atingir também as folhas novas. Com o desenvolvimento da planta, sua população concentra-se nas folhas mais velhas, próximas à cobertura plástica dos canteiros, principalmente no período de inverno, devido ao calor emanado do plástico favorecer o encurtamento do ciclo da praga. Quando ocorrem altas populações, pode-se constatar o ataque em frutos novos, que se tornam marrons, endurecidos e secos (FORNAZIER & PRATISSOLI, 2004).

2.2.3 Formas de Controle

O reduzido número de produtos eficientes contra esse ácaro torna o seu controle bastante difícil. A utilização de acaricidas deve ser regulada, para que todas as vertentes envolvidas, ou seja, do aplicador ao consumidor tenha saúde preservada. Observações no campo têm mostrado que o controle é mais eficaz quando a aplicação do produto é feita através de pulverizadores motorizados do que com equipamentos manuais, provavelmente devido à maior penetração do produto na região da planta onde os ácaros se encontram (FADINI & ALVARENGA, 1999).

Mesmo quando aplicações regulares de acaricidas são realizadas, existem muitos casos em que o controle desse ácaro mostra-se ineficiente em razão da utilização incorreta e sequencial do mesmo princípio ativo, selecionando indivíduos resistentes (SATO, 2004).

No sentido de desenvolver uma agricultura sustentável e proporcionar aos consumidores alimentos saudáveis, produzidos com comprometimento ambiental, é de extrema importância o estudo e a utilização de métodos alternativos ao controle químico, tais como o uso de cultivares tolerantes, feromônios, práticas culturais e controle biológico (VIEIRA et al., 2006).

Outro método alternativo de controle para o ácaro rajado são os inseticidas botânicos. Vieira et al. (2006) observaram mortalidade de fêmeas de *T. urticae* acima de 90% com aplicação de extratos aquosos de hortelã comum e hortelã pimenta 120 horas após a aplicação, sendo que o extrato hidroalcoólico de hortelã pimenta atingiu 84% no mesmo período. Brito et al. (2006) testaram três produtos comerciais Natuneem, Neemseto e Callneem, todos têm como o principal metabólito secundário a azadiractina e obtiveram uma mortalidade de 97,5%, 43,8% e 6,3%, respectivamente. Esses resultados demonstram a potencialidade de extratos de plantas para possível utilização no manejo integrado de ácaros fitófagos.

2.3 Inseticidas botânicos

A utilização de plantas inseticidas para o controle de pragas constitui em uma técnica antiga, amplamente utilizada em países tropicais antes do advento dos

inseticidas sintéticos. A necessidade de dispor de novos compostos para o uso no controle de pragas sem os problemas de contaminação ambiental, resíduos nos alimentos, efeitos prejudiciais sobre organismos benéficos e aparecimento de populações de insetos resistentes levou ao aprofundamento dos estudos com inseticidas botânicos (GALLO et al., 2002).

Com a evolução das plantas ao longo de milhões de anos, essas passaram a produzir uma grande variedade de compostos relacionados à defesa, polinização e sobrevivência, chamados de substâncias químicas secundárias (EDWARDS & WRATTEN, 1981). De acordo com o dicionário de produtos naturais, de Chapman & Hall (2009), são aproximadamente 215 mil metabólitos secundários conhecidos atualmente. Essa quantidade enorme de estruturas químicas deve estar relacionada, pelo menos, em parte com sua imobilidade, uma vez que as plantas não podem se movimentar para escapar das pressões ambientais e dos ataques de herbívoros (AGUIAR-MENEZES, 2005; LIMA, 2009).

Os inseticidas naturais, botânicos ou fitoquímicos são produtos derivados dessas plantas ou partes das mesmas (frutos, folhas, ramos e raízes), podendo ser utilizado o próprio material vegetal, moído e peneirado, ou seus produtos derivados por extração aquosa ou com solventes orgânicos, tais como álcool, éter, acetona, clorofórmio ou destilação (WIESBROOK, 2004; LIMA, 2009).

Esses compostos são tipicamente lipofílicos, tendo alto potencial para interferências tóxicas em processos bioquímicos básicos, com consequências fisiológicas e comportamentais em arthropodes (PRATES & SANTOS, 2002). Os compostos monoterpênicos têm sido avaliados no controle de várias espécies de pragas, apresentando ações de contato, ingestão, ovicida, fumigante e repelente, afetando diretamente a biologia dos insetos (KARR & COATS, 1988; RICE & COATS, 1994; LEE et al., 2003).

Finalmente, deve ser ressaltado que para o uso dos extratos botânicos em larga escala ainda há necessidade de elucidar aspectos relacionados à composição química, toxicidade ao homem e animais, preparo de formulações, custo em relação aos inseticidas sintéticos, além de uma melhor padronização de sua bioatividade e o estabelecimento de um controle de qualidade (GALLO et al., 2002). Para isso, é necessário um estudo interdisciplinar, sendo preciso

o aumento de pesquisadores em todas as áreas afins para que haja o intercâmbio de idéias e resultados e posteriormente a conclusão e lançamento de uma nova tecnologia.

2.3.1 Vantagens e desvantagens de inseticidas botânicos

Segundo Wiesbrook (2004), há várias vantagens e desvantagens advindas da utilização dos inseticidas botânicos.

Como vantagens são listadas:

- a) Degradação rápida: sobretudo em condições de alta luminosidade, umidade e chuva; ou seja, esses produtos possuem menor persistência no ambiente, o que reduz seu impacto a organismos benéficos, homem e ambiente;
- b) Ação rápida: matam o inseto ou ácaro, paralisam ou reduzem sua alimentação quase que imediatamente após sua aplicação;
- c) Baixa toxicidade a mamíferos: muitos inseticidas botânicos têm baixa toxicidade a mamíferos (grande DL₅₀), e alguns, na dose recomendada, não são tóxicos ao homem, bem como alguns insetos benéficos, por exemplo, as abelhas;
- d) Seletividade: são geralmente menos danosos a insetos e ácaros benéficos, principalmente devido ao seu baixo efeito residual;
- e) Baixa fitotoxicidade: a maioria dos inseticidas botânicos não são fitotóxicos.

Como desvantagens da utilização dos inseticidas botânicos, Wiesbrook (2004) lista:

- a) Rápida degradação: por isso podem ser exigidas muitas aplicações para se obter o controle satisfatório de ácaros e insetos-pragas;
- b) Toxicidade a organismos não alvos: alguns inseticidas botânicos, como a nicotina e a rotenona, são muito tóxicos a mamíferos e a peixes, respectivamente;

- c) Disponibilidade e custo: muitos inseticidas botânicos não estão disponíveis comercialmente e podem ser mais caros que os inseticidas organossintéticos;
- d) Dados de pesquisa: há falta de resultados de pesquisa quanto à eficácia, efeitos secundários e toxicidade crônica;
- e) Os compostos bioativos podem variar conforme a espécie e a variedade da planta, os elementos climáticos (luz, temperatura, umidade relativa e chuvas) e a posição geográfica do cultivo (latitude e altitude), o horário de coleta, a qualidade do solo, os tratamentos culturais, a fenologia da planta, etc. (SHALABY et al., 1988; RUSSO et al., 1998; ANDRADE & CASALI, 1999; CARVALHO et al., 1999).

2.3.2 Modos de ação de inseticidas botânicos

Algumas substâncias ou compostos de plantas podem atuar de várias formas, especialmente quando é um complexo que é responsável por sua ação sobre o inseto. Em geral, pode-se distinguir três tipos que descrevem o modo de ação de uma substância de origem botânica sobre os insetos: ação tóxica, repelente e antialimentar, ação sobre órgãos e moléculas alvos e finalmente ação por contato ou ingestão (KATHRINA & ANTONIO, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2005).

Ação tóxica é quando ocorre morte do inseto por intoxicação, ou seja, os ingredientes ativos dos extratos botânicos agem no sistema nervoso central dos insetos, interferindo na transmissão (sináptica ou axônica) normal dos impulsos nervosos, denominados assim de neurotóxicos. Ainda podem ter ação repelente, quando fazem com que os insetos se afastem da planta, prevenindo a alimentação ou oviposição na mesma. Finalmente podem ser antialimentar, quando inibem o inseto a iniciar a alimentação (KATHRINA & ANTONIO, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2005).

Em relação à ação sobre órgãos ou moléculas-alvo, alguns inseticidas botânicos podem agir no sistema neuroendócrino, interferindo nos processos normais de troca de tegumento (ecdise) e/ou metamorfose, sendo denominados de reguladores de crescimento, ou podem interferir no

metabolismo respiratório das células, interferindo na síntese de ATP (KATHRINA & ANTONIO, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2005; LIMA, 2009).

A ação por contato é caracterizado quando um inseticida é absorvido pela pele (tegumento) do inseto, como a nicotina, rotenona e piretrina, que afetam o sistema nervoso central, que é acessível para essas substâncias em toda a superfície do corpo da praga ou pelas vias respiratórias, causando rapidamente a morte da praga (MARTINEZ, 2002; KATHRINA & ANTONIO, 2004). As substâncias que atuam por ingestão agem e penetram no organismo por via oral, como a capsina (da pimenta), quássia (*Quassia amara*), azadiractina (nim) e fenilalanina (mucuna), afetando o sistema de digestão, o sistema de biosíntese dos hormônios da ecdise ou a formação da camada de quitina da cutícula do inseto. Essa forma de atuar é mais específica porque está restringida aos arthropodes herbívoros e, portanto, não apresenta toxicidade aos seres humanos ou é mínima, em geral, devido a outras substâncias da mesma planta na mistura ou aos ingredientes da formulação (MARTINEZ, 2002; KATHRINA & ANTONIO, 2004; LIMA, 2009).

2.3.3 Espectro de ação dos inseticidas botânicos

As substâncias de origem botânica apresentam amplo espectro de ação, controlando diferentes pragas, tais como insetos mastigadores (lagartas e escarabeídeos), minadores (larvas de moscas e mariposas) e sugadores (ácaros, tripses, pulgões e percevejos) (KATHRINA & ANTONIO, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2005).

O nim, por exemplo, possui de médio a amplo espectro, podendo apresentar alguns efeitos sobre os inimigos naturais, ainda que esses efeitos não sejam da mesma proporção sobre as pragas. Isso se deve ao fato da azadiractina ter menor ação por contato e maior ação por ingestão, fazendo com que os predadores, em geral, sejam menos afetados pela substância, pois eles não se alimentam das plantas tratadas; e ainda, os predadores ao se alimentarem de suas presas que consumiram alimento com azadiractina podem não ser tão afetados, pois as presas excretam, geralmente, cerca de 90% do composto ingerido num período de 7 a 24 horas (MARTINEZ, 2002; AGUIAR-MENEZES, 2005; LIMA, 2009).

Observou-se, por exemplo, que a pulverização de extrato aquoso de óleo emulsionável de nim a 5 ml/L sobre adultos das joaninhas *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens* não causou mortalidade; entretanto, a mesma dose pulverizada sobre larvas de *C. sanguinea*, observou-se 40% de mortalidade das larvas, embora a metade dessa dose já não tenha causado mortalidade diferente da testemunha. Outros parâmetros biológicos analisados, como duração do ciclo de vida, fecundidade, fertilidade, razão sexual, não foram afetados, por fim, nenhuma alteração no consumo alimentar foi relatada (MARTINEZ, 2002; LIMA, 2009).

2.3.4 Exemplos de inseticidas botânicos

2.3.4.1 Nim (*Azadirachta indica* A. juss)

A *A. indica* que é conhecida popularmente como nim, sendo originária do continente asiático, mais precisamente na Índia. Atualmente, é considerada a planta inseticida mais importante em todo o mundo, sendo que a sua atividade já foi referida para mais de 400 espécies de insetos, das quais mais de 100 ocorrem no Brasil (PENTEADO, 1999; BRUNHEROTTO & VENDRAMIM, 2001).

O cultivo dessa planta vem sendo disseminado por outros continentes. No Brasil, já existem plantações dessa árvore em algumas regiões, como nordeste, centro-oeste e sul do país (MARTINEZ, 2002), visto que essa planta tem boa adaptação em locais com pH do solo de 5,0 a 7,0, precipitação anual de 400 a 800 mm e temperatura entre 21 e 32°C, podendo tolerar secas severas, solos pobres e salinos, condições essas encontradas em todo território brasileiro. No entanto, não tolera temperaturas mínimas inferiores a 14°C e geadas (SCHANUTTERER, 1990).

Extratos de folhas e de sementes de nim contêm cerca de quatro compostos ativos, dos quais, azadiractina, salanina, meliantriol e nimbim são os principais e que possuem comprovada ação inseticida (VALLADARES et al., 1997).

Dentre esses quatro compostos, destaca-se a azadiractina, que é um triterpeno, mais especificamente um limonoide, que afeta a sobrevivência, causa repelência e deterrência alimentar, regula o crescimento e reduz a

fertilidade de fêmeas (MORDUE (LUNTZ) & NISBET, 2000; BRUCE et al., 2004; ISMAN, 2006), causa anormalidades anatômicas e provoca efeitos histopatológicos detrimenais em tecidos celulares de insetos, como glândulas produtoras de neurohormônios (SAYAH, 2002), tecidos reprodutivos (SAYAH et al., 1996; LUCATONI et al., 2006) e células epiteliais do intestino (NOGUEIRA et al., 1997; NDIONE et al., 2007). Além disso, afeta o metabolismo de proteínas em insetos (HUANG et al., 2004; HUANG et al., 2007; YASMIN et al., 2008).

Em relação à toxicidade a seres humanos, Beard (1989) verificou que a azadiractina não é tóxica nas doses usadas no controle de pragas. Sendo que normalmente, apresenta baixíssima toxicidade a organismos benéficos. É considerado inseticida de contato, mas apresenta atividade sistêmica e translaminar (GONÇALVES-GERVÁSIO, 2004).

Esse composto é sintetizado, principalmente, nos frutos de *A. indica*, na proporção de 10g/kg de amêndoas, dependendo de fatores ambientais, genéticos e dos processos de extração (SCHMUTTERER, 1990).

2.3.4.2 Citronela de Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt)

As Poaceae são cultivadas em larga escala, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, com distribuição irrestrita em regiões montanhosas, planícies e zonas áridas. O gênero *Cymbopogon* que compõem esta família tem sua importância econômica na produção de óleo essencial, como por exemplo, o capim-citronela (MARCO et al., 2007).

Essa planta medicinal e aromática tem crescido em importância no Brasil, devido à grande procura pelo seu óleo essencial, tanto no mercado interno, quanto para exportação (ROCHA et al., 2000). O óleo extraído de suas folhas é rico em aldeído citronelal (aproximadamente 40%) e tem pequenas quantidades de geraniol, citronelol e ésteres. O citronelol é excelente aromatizante de ambientes e repelente de insetos, além de apresentar ação antimicrobiana local e acaricida (MATTOS, 2000).

A citronela de java é citada como repelente de insetos de várias ordens (SILVA JUNIOR, 2003). Segundo Tawatsin et al. (2001), o óleo de citronela associado

a 5% de vanilina, apresentou repelência a três espécies de mosquitos: o *Aedes aegypti*, o *Culex quin-quefasciatus* e o *Anopheles*, por mais de 8 horas.

Em experimentos realizados por Martins (2006), com diversas concentrações do óleo essencial de citronela sobre teleóginas e larvas do carrapato *Boophilus microplus*, em relação à postura e à eclosão de seus ovos, conclui-se que na concentração de 10%, o óleo inibiu a postura das teleóginas e também a eclosão dos ovos. Sbeghen et al. (2002) observaram que o óleo de citronela causou inibição na alimentação e altos índices de mortalidade para a espécie de cupins *Cryptotermes brevis*.

2.3.4.3 Saboneteira (*Sapindus saponaria* L.)

A planta *S. saponaria* é originária da América tropical e subtropical, ocorre no E.U.A., México e Argentina. No Brasil, é mais nos estados do Amazonas, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Essa árvore é muito utilizada em paisagismo urbano e sua madeira é utilizada na construção civil, bem como para fazer brinquedos, caixas e lembranças (LORENZI, 1992).

Seus frutos e sementes têm propriedades de espuma, devido ao seu teor de saponina. Segundo Pott & Pott (1994), a fruta triturada serve como um sabão, enquanto a semente é utilizada para a produção de óleo para fabricação de sabão, amplamente usado como um inseticida (GUARIN NETO et al., 2000).

Contudo, ainda não existem muitos estudos na área científica em relação à ação inseticida da saboneteira, portanto, há necessidade de se realizar pesquisas que comprovem essa ação.

2.4 Indutores de resistência

A resistência natural de plantas se baseia, em parte, em extensa variedade de barreiras e mecanismos pré-existentes, independentemente da chegada do inóculo aos sítios de infecção (STICHER et al., 1997). Porém, as plantas possuem outros mecanismos de defesa ainda mais eficazes, que, aparentemente, permanecem inativos ou latentes, sendo ativados e expressos após elas entrarem em contato com algum agente indutor ou a ele serem expostas (AGRIOS, 1997; STICHER et al., 1997).

Mudanças nas plantas devido a injúrias, danos ou estresses são chamadas “resposta induzida”. A resistência induzida é o resultado da ativação de diferentes vias de defesa da planta que podem provocar mudanças tanto na qualidade como na quantidade de compostos do metabolismo secundário e de proteínas de defesa, acúmulo de espécies reativas de oxigênio, como também modificações na qualidade do alimento e reforço das barreiras estruturais da planta, isso sem alterar o genoma do vegetal (STADNIK, 2000).

Os fatores indutores de resistência para as plantas podem ser bióticos ou abióticos. Dentre esses fatores, os abióticos são os mais utilizados nos sistemas de manejo fitossanitário de pragas, pois os fatores bióticos ainda são pouco estudados e difíceis de serem manipulados (PIETERSE & VAN LOON, 1999).

Pesquisas relacionadas à resistência de plantas têm sido uma das práticas mais eficientes no manejo integrado das pragas, em busca de medidas alternativas ao controle químico (TORRES & GARCIA, 1996), além de ser uma tecnologia de fácil manejo e baixo custo (STADNIK, 2000).

Entre os indutores de resistência mais estudados, o silício tem tido destaque pelos resultados promissores. Segundo Epstein (1999), o fornecimento de silício tem beneficiado muitas espécies vegetais, estimulando o crescimento e a produção, além de propiciar proteção contra estresses abióticos e diminuir a incidência de insetos-praga e doenças.

O silício, quando disponível em abundância na solução do solo, pode conferir resistência ao ataque de insetos herbívoros e ao desenvolvimento e penetração de hifas dos fungos nos tecidos vegetais (MARSCHNER, 1995). A proteção conferida às plantas pelo silício pode ser devido ao seu acúmulo e polimerização de silicatos (sílica amorfa) nas células epidérmicas, logo abaixo da cutícula, formando uma barreira mecânica conhecida como dupla camada silício-cutícula (SAVANT et al., 1997). A silificação da epiderme impede a penetração de estiletos e a mastigação pelas pragas, devido ao endurecimento da parede das células vegetais (DATNOFF et al., 1991).

Outro benefício que o silício pode proporcionar é a alteração das respostas bioquímicas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas

que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes (DANNON & WYDRA, 2004)

Estudos realizados por Gomes et al. (2005), com a adubação silicatada em folhas de trigo, observaram o aumento da atividade da peroxidase (POX), esses resultados corroboram com experimento realizados por Gomes et al. (2008) em plantas de batata. Essa enzima participa de vários processos fisiológicos de grande importância, como a lignificação e a suberização. Nesse processo, fenóis sofrem oxidação pela ação do peróxido de hidrogênio catalizada pela peroxidase. Depois de oxidados, os fenóis sofrem polimerização para a formação de lignina (STRACK, 1997).

Além do silício, existem produtos sintéticos que agem como elicitores de resistência em plantas contra agentes bióticos (insetos ou patógenos). O éster 2-metil benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7- carbotioico, de nome químico acibenzolar-S-methyl (ASM) é o composto mais estudado e mais eficiente que pode levar à ativação de genes que codificam a resistência de plantas (KESSMANN et al., 1994). Além de não apresentar fitotoxidez em vegetais (GÖRLACH et al., 1996, KUNZ et al., 1997), o ASM é facilmente translocado pelos tecidos da planta (FRIEDRICH et al. 1996) de forma sistêmica (OOSTENDORP et al., 2001).

Embora o uso agrícola de elicitores de resistência como o silício e o ASM ainda exijam criteriosa e cuidadosa análise do custo/benefício, a redução de aplicações de produtos fitossanitários na cultura poderia proporcionar significativa redução de custos de produção, além de oferecer sustentabilidade ambiental, segurança alimentar e condições melhores de trabalho, tornando-se assim mais uma ferramenta para o manejo fitossanitário.

2.4.1 O silício no solo

O silício (Si) é o segundo elemento mais abundante na litosfera (27,7%), atrás do O₂ (47,4%). Os compostos de silício contribuem em mais de 60% os compostos do solo, sua concentração na forma solúvel, como ácido silícico, situa-se entre 35 e 40 mg.l⁻¹ ou 0,1 a 0,6 mM (EPSTEIN, 1999; MA et al., 2004; FAUTEUX et al., 2005).

Esse elemento tem propriedades elétricas e físicas de um semimetal, exercendo um papel cuja importância pode ser comparável à do carbono nos reinos vegetal e animal (LIMA FILHO et al., 1999). A ocorrência na natureza é de forma insolúvel, combinado com o oxigênio e demais metais na forma de óxidos (areia, quartzo, cristal de rocha, ametista, ágata e opala) e silicatos (feldspatos, micas, argilas, caulim, talco, amianto ou asbestos e granito), além de outros compostos (MALAVOLTA, 1980; RAIJ, 1991).

A concentração de silício na fração argila depende do grau de lixiviação de SiO_2 e de bases do perfil, após intemperismo dos minerais silicatados de origem. Os solos brasileiros caracterizam-se por apresentar esse processo de formação, onde se encontram material rico em argilominerais de baixa atividade como a caulinita e óxidos de Fe e Al (KORNDÖFER et al., 1999).

Entretanto, a ação do intemperismo não é suficiente para que o silício natural supra as necessidades das lavouras, tornando-se necessária a realização de uma adubação complementar, como ocorre em solos tropicais e subtropicais, após cultivos sucessivos (BRADY, 1992), onde esse elemento funciona como limitador da produção e da sustentabilidade da agricultura (KORNDÖRFER & DATNOFF, 1995).

Em geral, a adubação das culturas com produtos ricos em silício resulta em aumento significativo no crescimento e na produtividade de muitas gramíneas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milho, aveia, trigo) e em algumas espécies não gramíneas (soja, feijão, alfafa, tomate, alface, pepino e repolho) têm sido observados aumentos de produtividade com o aumento da disponibilidade de silício no solo (ELAWAD & GREEN, 1979).

2.4.2 O silício nas plantas

O silício está entre 0,1 e 10% do peso seco das plantas superiores. Em comparação, o cálcio está presente em valores que variam de 0,1 a 0,6% e o enxofre 0,1 a 1,5%. Em geral, as monocotiledôneas acumulam mais silício que as dicotiledôneas, embora as diferenças possam ocorrer até mesmo entre variedades (EPSTEIN., 1999, MA et al., 2002).

A forma de absorção do silício o pela planta é de ácido monossilícico H_4SiO_4 (YOSHIDA, 1975; TAKAHASHI, 1995). No interior da planta, 99% do silício acumulado encontram-se na forma de ácido silícico polimerizado e o restante, 1%, encontra-se na forma coloidal ou iônica (YOSHIDA, 1975).

A movimentação de silício, na forma monomérica H_4SiO_4 , até as raízes depende de sua concentração na solução do solo e da espécie da planta. Em baixas concentrações, é reduzido o transporte por fluxo de massa, que passa a ser significativo quando se tratar de plantas acumuladoras cultivadas em solos com elevados teores do elemento (MARSCHNER, 1995).

Ao ser absorvido pelas plantas, o silício é facilmente translocado no xilema, e tem tendência natural a se polimerizar. Na planta, a sílica concentra-se nos tecidos de suporte, do caule e nas folhas, podendo ser encontrada em pequenas quantidades nos grãos. O conteúdo médio de sílica das raízes é um décimo da concentração do caule (KORNDÖRFER et al., 2004).

Inúmeros benefícios podem ser observados pela absorção de silício (MENGEL & KIRKBY, 1987), por exemplo, a melhora na arquitetura da planta e o aumento na fotossíntese (DEREN et al., 1994), o que leva a menor abertura do ângulo foliar, tornando as folhas mais eretas, diminuindo o autosombreamento, especialmente em condições de altas densidades populacionais e altas doses de nitrogênio (BALASTRA et al., 1989). Ainda, promove o aumento da resistência da planta à incidência de doenças fúngicas, por ser este elemento depositado na folha, logo abaixo da cutícula, nos tecidos da epiderme, mais exatamente nas paredes celulares mais externas (AGARIE et al., 1998), gerando resistência mecânica à penetração das hifas. Além disso, os benefícios proporcionados pela adubação silicatada podem resultar em ganhos de produtividade (NOJOSA et al., 2006).

2.4.3 O silício como indutor de resistência às plantas

O silício, apesar de não ser considerado um nutriente essencial, tem desempenhado papel importante na proteção de algumas espécies vegetais ao ataque de agentes causadores de doenças e de insetos fitófagos, principalmente os sugadores (CHÉRIF et al., 1992).

No caso de aumento de resistência ao ataque de patógenos e insetos, o papel do silício foi atribuído em parte à sua acumulação e polimerização nas paredes celulares, o qual constitui uma barreira mecânica contra ataques, mas também tem sido demonstrado que o tratamento de plantas com esse elemento resulta em acúmulo de compostos fenólicos, lignina e fitoalexinas. Em plantas de abóbora (*Cucurbita* sp.), aveia (*Avena sativa*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) foi observado que a adubação com silício, resultou em um aumento na síntese de peroxidase, polifenoloxidase, glucanases e quitinases, essas enzimas estão associadas ao aumento da produção de quinonas e espécies reativas de O₂ que têm propriedades antibióticas, que promovem maior lignificação dos tecidos, diminuição da qualidade nutricional e digestibilidade, que geram, conseqüentemente, uma diminuição na preferência dos insetos por plantas (BATISTA et al., 2005).

3. REFERÊNCIAS

- ADIS, J. Taxonomical classification and biodiversity. In: ADIS, J. (Ed.). **Amazonian arachnida and myriapoda**. Sofia: Pensoft Publishers, 2002, p. 13-15.
- AGARIE, S.; HANAOKA, N.; UENO, O.; MIYAZAKI, A.; KUBOTA, F.; AGATA, W.; KAUFMAN, P. B. Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. **Plant Production Science**, v. 1, p. 96-103, 1998.
- AGRIOS, G.N. Plant Pathology. San Diego: Academic Press, 1997.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005, 58p.
- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W .D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: UFV, 1999,139p.
- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, L. **Sistemas de produção do morango**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 5). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 10 SET. 2009.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, v. 15, n. 191, p. 22-24, 2007.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2006,136p.
- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA**. São Paulo: FNP, 2008, p. 417-419.
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos, 2008: PARA**. 2008. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2009/pdf/150409_para.pdf. Acesso em: 02 setembro de 2009.
- BALASTRA, M. L. F.; PEREZ, C. M.; JULIANO, B. O.; VILLREAL, P. Effects of silica level on some properties of *Oryza sativa* straw and hult. **Canadian Journal of Botany**, v. 67, n. 8, p. 2356-2363, 1989.

BATISTA, G. F.; CAMPOS, M. J.; DONIZETE, S. C.; MARCOS, G. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agrícola**. V. 62, p. 547-551, 2005.

BEARD, J. Tree may hold the key to curbing "Chagas" parasite. **New Science**. v. 124, p. 1688-1731, 1989.

BOTELHO, J. S. Situação atual da cultura do morangueiro no estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 22-23, 1999.

BRADY, N. C. **The nature and properties of soil**. 10. ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1992, p. 179-200.

BRAHM, R. U.; UENO, B.; OLIVEIRA, R. P. Reaction of strawberry cultivars to powdery mildew under greenhouse conditions. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 219-221, 2005.

BRITO, H. M.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V.; CÂMARA, C. A. G. Toxicidade de Formulações de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao Ácaro-Rajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 4, p. 500-505, 2006.

BRUCE, Y. A.; GOUNOU, S.; CHABI-OLAYE, A.; SMITH, H.; SCHULTHESS, F. The effect of nim (*Azadirachta indica* A. Juss) oil on oviposition, development and reproductive potentials of *Sesamia calamitis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) and *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). **Agricultural and Forest Entomology**, v. 6, p. 223-232, 2004.

BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de Extratos Aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o Desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em Tomateiro. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 455-459, 2001.

CAMARGO FILHO, W. P. **Estacionalidade da produção e dos preços de morango no Mercosul**. São Paulo: IEA, 1994, 5 p.

CARVALHO, L. M.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com luz e estresse e insetos**. Viçosa: UFV, 1999, 148p.

CARVALHO, S. P. Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. In: CARVALHO, S. P. (Coord.). **Histórico, importância socioeconômica e sazonalidade da produção de morango no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006, p. 9-13.

CHAPMAN & HALL. CHEMnetBASE (Chemical database online). **Dictionary of Natural Products**. 2009. Disponível em: <<http://www.chemnetbase.com/>>. Acesso em 22 outubro. 2009.

CHÉRIF, M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 41, p. 411-425, 1992.

CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. M. Efeito do *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) Boudreaux & Dosse, 1963 (Acari, Tetranychidae) na produção do morangueiro (*Fragaria* sp) cv. "Campinas". **Científica**, v. 9, n. 2, p. 257-266, 1981.

COSTA, A. N.; TEXEIRA, C. Pólo de morango no estado do Espírito Santo algumas considerações. In: P BALBINO, J. M. S (Ed.). **Tecnologias para Produção, Colheita e Pós-Colheita de Morangueiro**, Vitória: Incaper, 2004, 176p.

CRANHAM, J. E.; HELLE, W. Pesticide resistance in tetranychidae. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (Eds.). **Spider mites**. Their biology, natural enemies and control. Amsterdam-Holland: Elsevier, 1985, p. 405-421.

CRONQUIST, A. The Evolution and Classification of Flowering Plants second edition. New York: The New York Botanical Garden, 1988, 555 p.

DANNON, E. A; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 64, p. 233-243, 2004.

DATNOFF, L. E.; RAID, R. N.; SNYDER, G. H.; JONES, D. B. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. **Plant Disease**, v. 75, p. 729-732, 1991.

DEREN, C. W.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; MARTIN, F. G. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. **Crop Science**, v. 34, n. 3, p. 733-737, 1994.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. Cultivares. In: **Morango: conquistando novas fronteiras**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n. 236. p. 20-23, 2007.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. Coleção temas de Biologia, v. 27. São Paulo: UDUSP, 1981, 71p.

ELAWAD, S. H.; GREEN, V. E. Silicon and the rice plant environment: a review of recent research. **Revista IL RISO** v. 28, p. 235-253, 1979.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, 1999.

FADINI, M. A. M. ; ALVARENGA, D. A. . Pragas do Morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, p. 75-79, 1999.

FADINI, M. A. M.; LEMOS, W. P.; PALLINI, A.; VENZON, M.; MOURÃO, S. A. Herbivoria de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) induz defesa direta em morangueiro?. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 3, p. 293-297, 2004b.

FADINI, M. A. M.; LOUZADA, J. C. N. Impactos ambientais da agricultura convencional. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 213, p. 24-29, 2001.

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

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **FAOSTAT**, 2005. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org>. Acesso em: 20 de setembro 2010.

FAUTEUX, F.; RÉMUS-BOREL, W.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. **FEMS Microbiology Letters**, v. 249, p. 1-6, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. Rosáceas - morango: um frutinho rasteiro. In: **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. p. 378-385.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 1. ed. São Paulo, SP: Livraria Nobel, 1985. 189p.

FORNAZIER, M.; PRATISSOLI, D. Pragas do Morangueiro. In: BALBINO, J. M. S. (Ed.). **Tecnologias para Produção, Colheita e Pós Colheita de Morangueiro**. Vitória: Incaper, 2004, 76p.

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; RELLA, M. G.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.; KESSMANN, H.; RYALS, J. A benzothiadiazole derivate induces systemic acquired resistance in tobacco. **The Plant Journal**, v. 10, n. 1, p. 61-70, 1996.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D. ; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. 920p.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer)

(Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 185-190, 2008.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; GOUSSAIN, M. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 6, p. 547-551, 2005.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 5, p. 607-612, 2004.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, v. 8, n. 4, p. 629-643, 1996.

GUARIN NETO, G.; SANTANA, S. R.; SILVA, J. V. B. Notas etnobotânicas de espécies de Sapindaceae Jusieu. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 3, p. 327-334, 2000.

HANCOCK, J. F. Ecological genetics of natural strawberries species. **HortScience**, v. 25, n. 8, p. 869-871, 1990.

HANNUM, S. M. Potential impact of strawberries on human health: a review of the science. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, p. 1-17, 2004.

HELLE, W.; SABELIS, M. W. **Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control**, vol. 1B. Amsterdam: Elsevier, 1985, 458p.

HUANG, Z.; SHI, P.; CHEN, C.; DU, J. Protein metabolism in *Spodoptera litura* (F.) is influenced by the botanical insecticide azadirachtin. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 80, p. 85-93, 2004.

HUANG, Z.; SHI, P.; CHEN, C.; DU, J. Effects of azadirachtin on hemolymph protein expression in *Ostrina furnacalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 100, p. 245-250, 2007.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 45-66, 2006.

KARR, L. L.; COATS, J. R. Insecticidal properties of d-limonene. **Journal of Pesticide Science**, v.13, p. 287-289, 1988.

KATHRINA, G. A.; ANTONIO, L. O. J. Controle biológico de insectos mediante extractos botánicos. In: CARBALL, M.; GUAHARAY, F. (Eds.). **Control biológico de plagas agrícolas**. Managua: CATIE, 2004, p. 137-160.

KESSMANN, H., T.; STAUB, C.; HOFFMANN, T.; MAETZKE, J.; HERZOG, E.; WARD, S.; UKNES, S.; RYALS, J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, v. 32, p. 439-459, 1994.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, Piracicaba-SP, v. 70, p. 1-5, 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. GPSi-ICIAG-UFU. 3. ed. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2004, 23p.

KORNDÖRFER, G. H.; ARANTES, V. A.; CORRÊA, G. F.; SNYDER, G. H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 635- 641, 1999.

KUNZ, W.; SCHURTER, R.; MAETZKE, T. The chemistry of benzothiadiazole plant activators. **Pesticide Science**, v. 50, n. 4, p. 275-282, 1997.

LABANDEIRA, C. C.; PHILLIPS, T. L.; NORTON, R. L. Oribatid mites and decomposition of plant tissues in Paleozoic coal-swamp forests. **Palaos**, v. 12, p. 319-353, 1997.

LEE, S.; PETERSON, C. J.; COATS, J. R. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 39, p. 77-85, 2003.

LIMA FILHO, O. F.; GROTHGE-LIMA, M. T.; TSAI, S. M. O silício na agricultura. **Informações Agronômicas**, Piracicaba-SP, v. 87, p. 1-7, 1999.

LIMA, V. L. S. **Manejo fitossanitário para broca-das-curcubitáceas *Diapanhia nitidalis* (CRAMER, 1781)**. 2009. 57f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 240p.

LUCATONI, L.; GIUSTI, F.; CRISTOFARO, M.; PASQUALINI, L.; ESPOSITO, F.; LUPETTI, P.; HABLUETZEL, A. Effects of a neem extract on blood feeding,

oviposition and oocyte ultrastructure in *Anopheles stephensis* Liston (Diptera: Culicidae). **Tissue and Cell**, v. 38, p. 361-371, 2006.

MA, J. F.; MITANI, N.; NAGAO, S.; KONISHI, S.; TAMAI, K.; IWASHITA, T.; YANO, M. Characterization of the silicon uptake system and molecular mapping of the silicon transporter gene in rice. **Plant Physiology**, v. 136, p. 3284-3288, 2004.

MA, J. F.; TAMAI, K.; ICHII, M.; WU, K. A rice mutant defective in active Si uptake. **Plant Physiology**, v. 130, p. 2111-2117, 2002.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980, 251p.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. S. S.; NAGAO, E. O. Características do óleo essencial de capim-citronela em função de espaçamento, altura e época de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 429-432, 2007.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 1995, 889p.

MARTINEZ, S. S. **O nim, *Azadirachta indica* – Natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002, 142p.

MARTINS, D. S. Produção Integrada de Frutas no Brasil. In: BALBINO, J. M. S. **Tecnologias para Produção, Colheita e Pós-Colheita de Morangueiro**, Vitória: Incaper, 2004, 76p.

MARTINS, R. M. Estudio *in vitro* de la acción acaricida del aceite esencial de la gramínea Citronela de Java (*Cymbogon winterianus* Jowitt) em la garrapata *Boophilus microplus*. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 2, p. 71-78, 2006.

MASS, J. L.; WANG, S. Y.; GALLETTA, G. J. Evaluation of strawberry genotypes for ellagic acid, an antimutagenic and anticarcinogenic plant phenol. In: DALE, A.; LUBY, J. J. (Eds.). **The Strawberry into the 21st Century**. Portland: Timber Press, 1991, v. 29, p. 115-117.

MATTOS, S. H. **Estudos fitotécnicos da *Mentha arvensis* L. var. Holmes como produtora de mentol no Ceará**. 2000. 98f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia/Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2000.

MENGEL, K. E.; KIRKBY, G. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1987, 687p.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia**: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008, 288p.

MORDUE (LUNTZ), A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 29, p. 615-632, 2000.

NDIONE, R. D.; FAYE, O.; NDIAYE, M.; DIEYE, A.; AFOUTOU, J. M. Toxic effects of neem products (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Aedes aegypti* Linnaeus 1762 larvae. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, p. 2846-2854, 2007.

NOGUEIRA, N. F.; GONZÁLES, M.; GARCIA, E. M.; SOUZA, W. Effects of azadirachtin A on the fine structure of the midgut of *Rhodnius prolixus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 69, p. 58–63, 1997.

NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2006, 263p.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

OOSTENDORP, M.; KUNZ, W.; DIETRICH, B.; STAUB, T. Induced disease resistance in plants by chemicals. **European Journal of Plant Pathology**, v. 107, p. 19-28, 2001.

PEDIGO, L. P. **Entomology and pest management**. 3. ed. Prentice-Hall : Englewood Cliffs, 1999, 691p.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável**. Campinas: Cati, 1999, 79p.

PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. S.; CAMARGO, C. P. **Qualidade e certificação de produtos agrícolas**. Brasília : Embrapa, 2002. 188p.

PIETERSE, C. M. J.; VAN LOON, L. C. Salicylic acid-independent plant defense pathways. **Trends in plant science**, v. 4, p. 52-58, 1999.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do pantanal**. Brasília: Embrapa CPAP; Embrapa-SPI, 1994, 320p.

PRATES, H. T.; SANTOS, J. P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SENSSEL, V. M. (eds.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002, 1000p.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, POTAFÓS, 1991, 343p.

REICHERT, L. J.; MADAIL, J. C. M. Aspectos Socioeconômicos. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds.). **Morango-Produção**. Brasília: EMBRAPA CT, 2003, p. 12-15.

REICHERT, L. J. Comercialização. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds.). **Morango-Produção**. Brasília: EMBRAPA CT, 2003, p. 75-78.

RICE, P. J.; COATS, J. R. Insecticidal properties of several of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and southern maize rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 87, p. 1172-1179, 1994.

ROCHA, S. F. R.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Influência de cinco temperaturas de secagem no rendimento e composição do óleo essencial de citronela *Cymbopogon winterianus* Jowitt. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 3, p. 73-78, 2000.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Livraria Roca, 2005. 1073 p.

RUSSO, M.; GALLETI, G. C. BOCCHINI, P.; CARNACINI, A. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* spp. Hirtum (Link) letswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis, 1. Inflorescences. **Jornaul Agriculture Food Chemical**. v. 46, p. 3741-3746, 1998.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (eds). Morango-Produção. **Frutas do Brasil**, Brasília: EMBRAPA CT, 2003, 81p.

SATO, M. E.; MIYATA, T.; SILVA, M.; RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F. Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, crossresistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 39, p. 293-302, 2004.

SATO, M. E.; SILVA, M.; GONÇALVES, L. R. Differential toxicity of pesticides to *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on Strawberry. **Neotropical Entomology**, v.31, n. 3, p. 449-456, 2002.

SATO, M. E.; SUPLICY FILHO, N.; SOUZA FILHO, M. F.; TAKEMATSU, A. P. Resistência do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) a diversas acaricidas em morangueiro (*Fragaria* sp.) nos municípios de Atibaia-SP e Piedade-SP. **Ecossistema**, v. 19, p. 40-46, 1994.

SAVANT, N. K.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. Depletion of plant available silicon in soils: a possible cause of declining rice yields. **Communications Soil Science in Plant Analysis**, v. 28, n. 13/14, p. 1245-1252, 1997.

SAYAH, F. Ultrastructural changes in the corpus allatum after azadirachtin and 20-hydroxyecdysone treatment in adults females of *Labidura riparia* (Dermaptera). **Tissue and Cell**, v. 34, p. 53-62, 2002.

SAYAH, F.; FAYET, C.; IDAOMAR, M.; KARLINSKY, A. Effects of azadirachtin on vitellogenesis of *Labidura riparia* (Dermaptera). **Tissue and Cell**, v. 28, p. 741-749, 1996.

SBEGHEN, A. C.; DALFOVO, V.; SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M. Repellence and toxicity of basil, citronella, ho-sho and rosemary oils for the control of the termite *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae). **Sociobiology**, v. 40, n. 3, p. 585-593, 2002.

SCHANUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. **Annual Review of Entomology**, v. 35, p. 271-297, 1990.

SHALABY, A. S.; GAMASY, A. M.; GENGALHI, S. E.; KHATTAB, M. D. Post harvest studies on herb and oil of *Mentha arvensis* L. **Egyptian Journal Horticulture**. v. 15, p. 213-224, 1988.

SILVA JUNIOR, A. A. **Essentia herba – plantas bioativas**. Florianópolis: Epagri, v. 1, 2003. 441p.

STADNIK, M. Indução de resistência a oídios. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: GPF, 2000, p. 176-181.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 35, p. 235-270, 1997.

STRACK, D. Phenolic metabolism. In: DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. (Eds.). **Plant biochemistry**. London: Academic Press, 1997, 554p.

STEINBERG, E. **Morango**. São Paulo: Nobel, 1988. 64p.

STUMPF, N.; NAUEN, R. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus*

urticae (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 1.577-1.583, 2001.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHH, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H. (Eds.). **Science of the rice plant: physiology**. Food and Agriculture Policy Research Center, 1995, p. 420-433.

TAWATSIN, A., WRATTEN, S. D.; SCOTT, R. R.; THAVARA, U.; TECHADAMRONGSIN, Y. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. **Journal of Vector Ecology**, v. 26, n. 1, p. 76-82, 2001.

TERZIAN, F. **Mercado de orgânicos cresce 20% ao ano**. *Revista Valor Online*. 2007. Disponível em: <http://www.organicosbrasil.org/clipping/586d9ac2c273449d8cc2fd1142152e9b05_Valor_Economico.pdf>. Acesso em: 27 set. 2009.

TESTONI, A.; LOVATI, F. Considerazioni su alcuni aspetti qualitativi dei frutti di fragola. In: **La Fragola verso il 2000. Convegno Nazionale**. Verona: Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Verona, 1998, p. 263-277.

TORRES, E.; GARCIA, C. Realidades y perspectivas del fenómeno de la resistencia inducida de plantas a fitopatógenos. **Universidad Nacional de Colombia**, 1996, 16p.

VALLADARES, G.; DEFAGO, M. T.; PALACIOS, S.; CARPINELLA, M. C. Laboratory evaluation of *Melia azedarach* (Meliaceae) extracts against the Elm Leaf Beetle (Coleoptera:Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 3, p. 747-750, 1997.

VIEIRA, M. R. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 210-217, 2006.

WATANABE, M. A.; MORAES, G. J.; GASTALDO JÚNIOR, I.; NICOLELLA, G. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseiídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 1, p. 75-81, 1994.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, v. 17, n. 3, p. 1-8, 2004.

YASMIN, N.; KHAN, F.; CHANNA, Z. A. Effects of a neem sample on protein patterns of *Bactrocera cucurbitae*. **Turkish Journal of Zoology**, v. 32, p. 1-5, 2008.

YOSHIDA, S. Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. **Bulletin National Institute of Agriculture and Science**, v. 15, p. 1-58, 1975.

Capítulo I

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE EXTRATOS ALCOÓLICOS SOBRE *Tetranychus urticae* Koch (1836) (ACARI:TETRANYCHIDAE) EM MORANGUEIRO *Fragaria x ananassa* Duch

VICENTINI, Victor Bernardo, M.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Fevereiro de 2010. **Potencial de utilização de extratos alcoólicos sobre *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari:Tetranychidae) em morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch.** Dr. Orientador: Dirceu Pratissoli. Co-orientador: Dr. Adilson Costa Vidal.

RESUMO

O ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari: Tetranychidae) tem grande potencial para reduzir a produção na cultura do morangueiro. Assim, este trabalho avalia os efeitos dos extratos de *Azadirachta indica* A. Juss, *Cymbopogon winterianus* Jowitt, *Sapindus saponaria* L., além do emulsionável Pratissoli sobre fêmeas de *T. urticae*. Concentrações de extratos de folhas de *C. winterianus*, extratos de frutos de *S. saponaria*, formulado de nim Azamax[®] e Emulsionável Pratissoli a 0, 1, 2, 3, 4 e 5% foram aplicadas sobre discos de folhas de morangueiro da cultivar Camarosa acondicionadas em placa de Petri e infestadas com 10 fêmeas de *T. urticae*, sendo 10 repetições por concentração. Na testemunha, foi utilizada água destilada. Foram realizadas avaliações nos períodos de 24, 72 e 120 horas após o início do experimento. Foram avaliadas a mortalidade e o número de ovos do ácaro rajado e estimada a CL₅₀. O formulado Azamax[®], o emulsionável Pratissoli e todos os extratos vegetais apresentaram toxicidade às fêmeas do ácaro rajado causando mortalidade, além de interferirem na oviposição em todos os intervalos de avaliação. Destacaram-se o extrato de *Cymbopogon winterianus* Jowitt e o emulsionável Pratissoli por obterem menores CL₅₀, portanto, são mais tóxicos. Dessa forma, a utilização dos extratos vegetais e do emulsionável Pratissoli podem ser uma alternativa, com potencial de manejo para o ácaro rajado.

Palavras-chave: Ácaro rajado, extratos vegetais, manejo fitossanitário.

VICENTINI, Victor Bernardo, M.Sc., University Federal of Espirito Santo, February 2010. **Potential use of alcoholic extracts on *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari: Tetranychidae) in strawberry *Fragaria x ananassa* Duch.** Adviser: Dr. Dirceu Pratissoli. Co-adviser: Dr. Adilson Costa Vidal.

ABSTRACT

Two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari: Tetranychidae) has high potential to reduce production in the culture of strawberry. The objective of this study was to evaluate the effects of extracts of *Azadirachta indica* A. Juss, *Cymbopogon winterianus* Jowitt, *Sapindus saponaria* L., in addition to emulsionável Pratissoli on females of *T. urticae*. Concentrations of leaf extracts *C. winterianus*, extracts of fruits of *S. saponaria*, formulated neem Azamax ® and Emulsionável Pratissoli 0, 1, 2, 3, 4 and 5% were applied on leaf discs of strawberry plants Camarosa placed in a petri dish and infested with 10 females of *T. urticae*, with 10 replicates per concentration. In test control was used distilled water. Were evaluated at 24, 72 and 120 hours after the beginning of the experiment. Were evaluated the mortality and the number of spider mite eggs and estimated LC₅₀. The formulated Azamax ®, emulsionável Pratissoli and all the plant extracts were toxic to the female spider mite causing mortality, in addition to, interfere with oviposition in all evaluation intervals. We highlight the extract of *Cymbopogon winterianus* and emulsionável Pratissoli show lower LC₅₀ being, therefore, are more toxic. Thus, the use of plant extracts and emulsionável Pratissoli arrives an alternative method in pest control, with management potential for the two-spotted spider mite.

Key-words: Two-spotted spider mite, botanical extracts, control disease.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) adaptou-se a vários estados do Brasil. Essa ampla distribuição é devido à fácil adaptação de cultivo, clima e características da fruta. Dessa forma, a cultura se estende desde o sul de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul, tornando-se uma boa opção de renda para o agricultor (TESSARIOLI NETO, 2003).

Contudo, a cultura está sujeita ao ataque de diversas pragas, sendo os ácaros fitófagos relatados como as principais pragas do morangueiro. Dentre as espécies que causam grandes danos, está o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (CHIAVEGATO & MISCHAN, 1981; WATANABE et al., 1994; FRAULO & LIBURD, 2007). As injúrias causadas por essa praga são consequências de sua alimentação, que com suas quelíceras rompem as células da epiderme inferior das folhas do morangueiro. As folhas atacadas adquirem manchas difusas de coloração avermelhada no início e, posteriormente, secam e caem (NAKANO et al., 1992).

Devido às exigências de mercado por produtividade e frutos sem defeito, os produtores realizam várias aplicações de agrotóxicos para o controle de pragas, o que oneram a produção e causam problemas adversos ao meio ambiente e ao homem (FADINI et al., 2004), além de proporcionar um produto final de qualidade inadequada. Com isso, o uso de métodos alternativos tem se destacado. Dentre esses métodos, o uso de extrato de plantas tem sido utilizado em larga escala.

Porém, ainda há necessidade de vários estudos, devido à quantidade de metabólitos encontrada no ambiente. Fazolin et al. (2002) citam que a diversidade da flora brasileira apresenta um imenso potencial para a produção de compostos secundários, podendo ser utilizados como inseticidas e acaricidas e/ou repelentes de arthropodes, que, de acordo com Cardoso et al. (2001), são aqueles compostos produzidos pelas plantas para sua sobrevivência como alcaloides, flavonoides, taninos, quinonas, óleos essenciais, saponinas, heterosídeos cardioativos.

Portanto, este trabalho desenvolve estudos que possam avaliar o potencial de uso de substâncias das espécies *Azadirachta indica* (Nim), *Cymbopogon winterianus* (Citronela) e *Sapindus saponaria* (Saboneteira), além do emulsionável Pratissoli quanto à sua atividade acaricida sobre *T. urticae* na cultura do morangueiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre – ES.

2.1 Criação de *Tetranychus urticae*

A criação estoque de *T. urticae* foi mantida no setor de Entomologia do NUDEMAFI. Adultos de *T. urticae* foram coletados em campo sob folhas de morango, na região serrana do Espírito Santo, em janeiro de 2008. Em laboratório, foram transferidos para folhas de feijão-de-porco *Canavalia ensiformis*, as quais foram mantidas em pratos plásticos (20 cm de diâmetro), sob manta acrílica umedecida com água destilada, sendo colocado algodão umedecido nas bordas das folhas para manter a turgidez. Os pratos contendo os ácaros foram mantidos em salas climatizadas reguladas à temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas. As folhas foram renovadas em intervalos de 5 a 7 dias.

2.2 Cultivo das mudas de morangueiro

Plantas de morangueiro, variedade Camarosa, fornecidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) foram cultivadas em vasos plásticos (1L) e mantidas em casa de vegetação do setor de entomologia do CCA-UFES.

Os vasos foram preenchidos com solo de barranco, devidamente adubados e corrigidos de acordo com a 5ª Aproximação do Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2001), após análise química realizada no Laboratório de Análises de Solos Raphael M. Bloise do CCA-UFES.

2.3 Obtenção do material vegetal e preparação dos extratos

2.3.1 *C. winterianus* (citronela)

As folhas de *C. winterianus* (citronela) foram coletadas em plantas do jardim clonal do NUDEMAFI (CCA-UFES) e mantidas no setor de Entomologia em estufa à temperatura de 40 °C por 72 horas para secagem. Posteriormente, foram moídas em moinho de facas com peneira de 0,8 mm e armazenadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados para posterior preparação dos extratos. O óleo de citronela foi obtido com auxílio de um extrator de óleos e graxas, utilizando como solvente o álcool etílico absoluto.

As concentrações dos extratos alcoólicos de *C. winterianus* foram determinadas pela razão volume/volume (v/v), misturando o óleo do material vegetal (mL) em água destilada. Foram misturados 1, 2, 3, 4 e 5 mL de óleo em 99, 98, 97, 96 e 95 ml de água destilada, perfazendo respectivamente, as concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5%.

2.3.2 *S. saponaria* (saboneteira)

Os frutos de *S. saponaria* (saboneteira) foram coletados maduros de árvores em propriedade no município de Alegre-ES, sendo retirados os endocarpos e descartados as sementes. Os endocarpos foram mantidos no laboratório de Entomologia do NUDEMAFI, em estufa à temperatura de 40 °C, por 72 horas para secagem. Posteriormente, foram moídos em moinho de facas com peneira de 0,8 mm e armazenados em recipientes plásticos hermeticamente fechados para posterior preparação dos extratos. O óleo de saboneteira foi extraído com auxílio de um extrator de óleos e graxas, utilizando como solvente o álcool etílico absoluto.

As concentrações dos extratos alcoólicos de *S. saponaria* foram determinadas da mesma forma que *C. winterianus*.

2.3.3 *A. indica* (Nim)

Para a realização das concentrações de Nim (*A. indica*) foi utilizado o óleo comercial de nim, Azamax®, que contém 12,0 gL⁻¹ de azadiractina (DVA

Especialidade-Comércio, Importação e Exportação de Insumos Agropecuários LTDA), determinadas pela razão volume/volume (v/v), misturando o óleo do material comercial (mL) em água destilada. Foram misturados 1, 2, 3, 4 e 5 mL de óleo em 99, 98, 97, 96 e 95 mL de água destilada, perfazendo respectivamente, as concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5%.

2.3.4 Emulsionável Pratissoli

Para o preparo do emulsionável, foi adicionado em uma bacia plástica 250 g de hidróxido de sódio (soda caustica) e em seguida 1 L de água até total homogeneização. Feito isso, adicionou-se 1,5 L de óleo vegetal, que foi pré-aquecido (morno), sempre mexendo a solução. Após essa etapa, foi adicionado 1 L de álcool, devendo enfatizar que a solução permaneceu constantemente agitada até a mudança de cor, aproximando-se a característica de um gel. Para constatar se ocorreu o ponto da emulsão, verificou-se a formação de uma espécie de nata na sua superfície. Na última etapa, acrescentou-se mais 1 L de água, agitando a solução até ficar totalmente homogeneizada.

As concentrações foram determinadas pela razão volume/volume (v/v), misturando o emulsionável Pratissoli (mL) em água destilada. Foram misturados 1, 2, 3, 4 e 5 mL do emulsionável Pratissoli em 99, 98, 97, 96 e 95 mL de água destilada, perfazendo respectivamente, as concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5%.

2.4 Preparação dos bioensaios

Folhas de morangueiro foram retiradas das mudas mantidas em casa de vegetação do NUDEMAFI e lavadas com água destilada. Posteriormente, foram imersas em hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto e novamente lavadas em água destilada, para a eliminação de agentes patogênicos externos. Após esse processo, retiraram-se discos de 2,0 cm de diâmetro com auxílio de um cilindro de ferro. Esses discos de folhas foram acondicionados em placas de Petri (15 cm de diâmetro e 5 cm de altura), forradas com algodão hidrófilo umedecido. Em cada placa de Petri, sobre os discos de folhas, foram colocadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*.

2.5 Aplicação dos extratos alcoólicos

Após o preparo da placa de Petri, os ácaros foram pulverizados com as concentrações pré-estabelecidas dos extratos alcoólicos, óleo de nim e do emulsionável Pratissoli em Torre de Potter com pressão de 15 lb.pol², utilizando-se volume de 5 mL de solução, que proporciona um depósito médio de 1,6 mg.cm⁻² da solução. A Torre foi aferida, utilizando-se uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro com papel filtro no fundo e sobre este, um apoio de acrílico para a lamínula.

Foram utilizadas lamínulas de 24 x 32 mm, totalizando uma área de 7,68 cm². O peso da lamínula foi avaliado antes e depois da pulverização em Torre de Potter com pressão de 15 lb.pol² mediante balança eletrônica de precisão.

Após o procedimento de pulverização, as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada à temperatura de 25,0 ± 10°C e umidade relativa de 70,0 ± 1,0% e fotofase de 12 horas.

2.6 Delineamento estatístico

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 10 repetições, considerando cada placa de Petri uma repetição, contendo 10 ácaros por repetição, o que totaliza 100 ácaros por concentração. Com auxílio de um microscópio estereoscópico, a mortalidade e o número de ovos foram observados. No parâmetro mortalidade, considerou-se o ácaro que, com o toque de um pincel, apresentava movimento limitado, ou seja, que se locomovia a uma distância inferior ao próprio corpo (STARK et al., 1997).

As avaliações foram realizadas em 24, 72 e 120 horas após o início do experimento.

A relação entre mortalidade, o número de ovos e as concentrações dos extratos alcoólicos, óleo de nim e do emulsionável foram avaliados mediante análise de regressão utilizando o software SIGMA PLOT[®] 11.0. Os valores de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925) e submetidos à análise de Probit por meio do software Polo-PC[®] (LEORA SOFTWARE, 1987), onde foi estimada a CL₅₀.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito do extrato de *C. winterianus* aplicados sobre fêmeas de *T. urticae* em discos de folhas de morangueiro.

No intervalo de 24 horas, a concentração de 1% foi suficiente para matar 17% das fêmeas de *T. urticae*, tendo um acréscimo significativo de mortalidade nas concentrações seguintes de 2, 3, 4 e 5% que mataram, respectivamente, 22, 31, 54 e 69% das fêmeas de ácaro rajado (Figura 1).

Essa ascendência significativa da mortalidade também foi constatada no intervalo de 72 horas, que a 1% provocou mortalidade de 27%, e obteve mortalidades de 38 e 44% nas concentrações a 2 e 3% (Figura 1). Na concentração de 4%, a mortalidade de fêmeas de *T. urticae* alcançou 64%, superando significativamente a mortalidade da testemunha (0%) em 53%, já que essa obteve 11% de mortalidade. Na concentração de 5%, esse aumento foi de 64%, totalizando 75% de mortalidade nessa concentração (Figura 1). Por fim, no intervalo de 120 horas a mortalidade continuou crescendo estatisticamente em razão do aumento da concentração, atingindo pico máximo de 77% na concentração de 5%, passando por uma mortalidade intermediária de 53% na concentração de 3%. A mortalidade da testemunha foi 11% como ocorrido no intervalo de 72 horas (Figura 1).

De maneira semelhante, em todas as concentrações, ocorreu aumento significativo da mortalidade em relação aos intervalos de avaliação, sendo o incremento mais relevante na concentração de 3%, que no primeiro intervalo de avaliação proporcionou uma mortalidade de 31% das fêmeas de *T. urticae*, seguido de 44% de mortalidade no intervalo de 72 horas e 53% no último intervalo, portanto, acréscimo de 22% entre as avaliações de 24 e 120 horas (Figura 1).

Soares et al. (2008), testando concentrações de 1 e 5% de extrato aquoso de citronela sobre *Nasutitermes corniger*, obtiveram mortalidade de 28% para concentração de 1% e de 53,5% para concentração de 5%, após avaliação de 24 horas. Na avaliação de 72 horas, constataram mortalidade de 72,5% para concentração de 1%, e 99,5% para concentração de 5%. Avaliando

concentrações de 1% e inferiores, Labinas & Crocomo (2002) concluíram que além de proporcionar repelência, o extrato de citronela a 1% foi responsável por mortalidade de 100% das lagartas do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda*.

Em relação a ácaros, Carrol (1994), testando óleo de citronela em discos de papel de filtro, também verificou a toxicidade para fêmeas de ácaros *Ornithonyssus sylviarum*, após intervalos pré-determinados.

Quanto ao parâmetro número de ovos, houve redução significativa em todos os intervalos de avaliação (24, 72 e 120h) com decorrer do aumento da concentração do extrato (Figura 1).

Na primeira a avaliação após 24 horas, a testemunha apresentou média de 36,7 ovos, na concentração de 1% notou-se uma redução significativa, apresentando uma média de 20,8 ovos. Na concentração de 2%, essa redução atingiu uma média de 18,8 ovos, sendo também significativa nas concentrações posteriores de 3 e 4% que, respectivamente, mostraram média de 15,3 e 10,2 ovos. Contudo, a concentração de 5% obteve a maior redução significativa, totalizando média de 8,7 ovos (Figura 1).

No intervalo de 72 horas, a diminuição no número médio de ovos também foi significativa em relação à testemunha. Logo, na concentração de 1% obteve-se média de 43,5 ovos, sendo que a testemunha 83,3 ovos, sendo constatada a maior diminuição significativa na concentração de 5%, onde se observou média de 12,7 ovos (Figura 1). Essa redução significativa novamente pode ser constatada no último intervalo de avaliação, após 120 horas, porém mais acentuada. Na testemunha, observa-se média de 104,9 ovos. Nas concentrações de 1, 2 e 3 %, respectivamente, notou-se média de 61,8, 48,5, e 42,9 ovos, apresentando o auge de redução na concentração de 5% onde foram constatados apenas 16,4 ovos (Figura 1), demonstrando que o extrato proporcionou um efeito deterrente nas fêmeas de *T. urticae* em relação à oviposição.

Efeitos de deterrência também foram constatados por Cowles et al. (1990), que estudando os derivados cinâmico e monoterpenos, como citronelol e citronelal, em *Delia antiqua*, verificaram que não houve oviposição na concentração de

0,88% para o extrato de citronelol e 3,7% para citronelal. O contraste entre citronelal e citronelol indica que a forma de álcool apresenta maior atividade do que a de um aldeído.

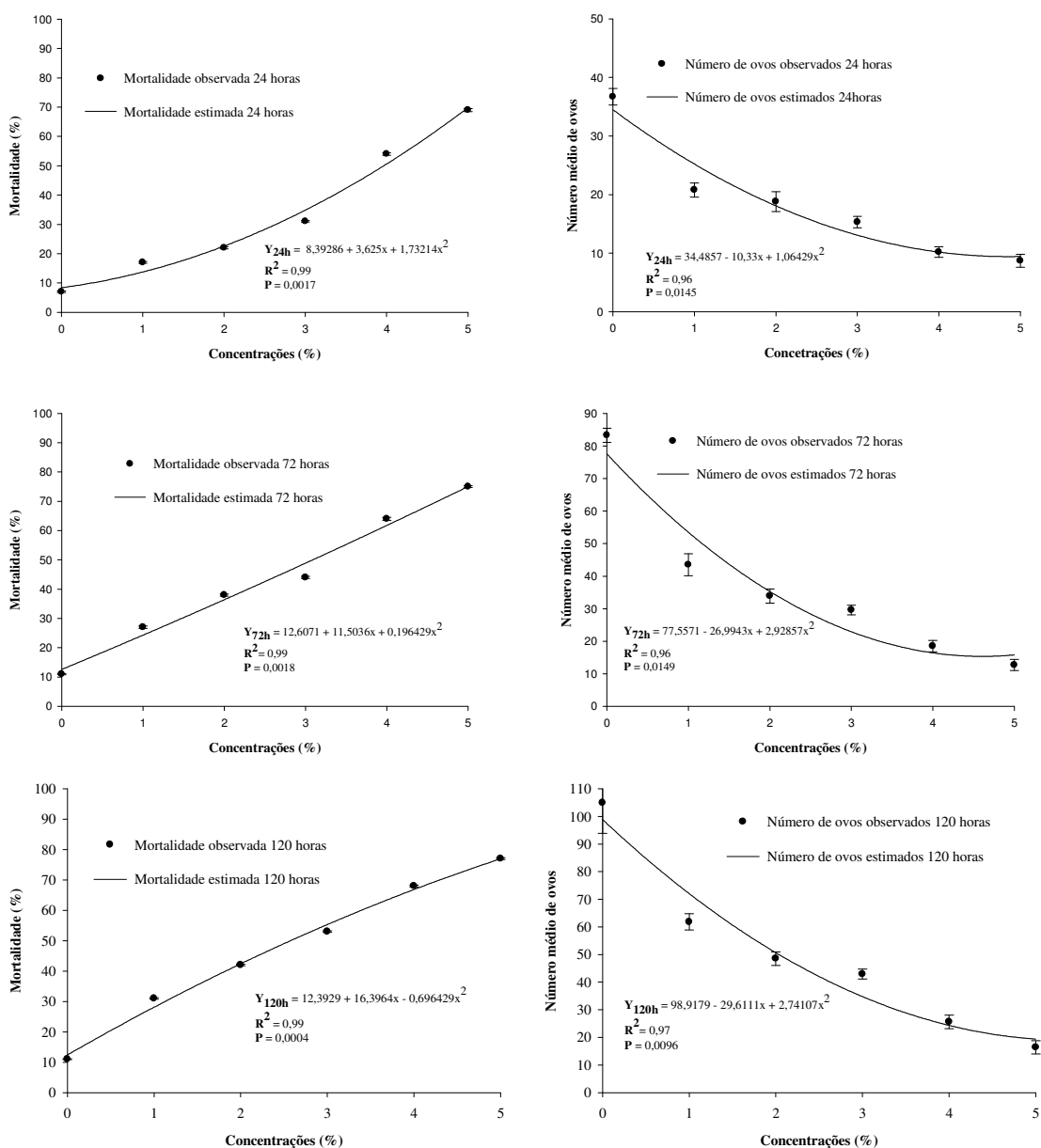


Figura 1 - Mortalidade e números de ovos de fêmeas adultas de *T. urticae* submetidas a concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5% de extratos de *C. winterianus* aplicados sobre discos de folhas de morangueiro em 24, 72 e 120h após a aplicação.

3.2 Efeito do extrato de *S. saponaria* aplicados sobre fêmeas de *T. urticae* em discos de folhas de morangueiro

No período de observação de 24 horas, a concentração de 1% causou mortalidade significativa de 12% das fêmeas de *T. urticae*, enquanto na testemunha, observou-se 10% de mortalidade (Figura 2). Na concentração de 2%, a mortalidade apresentou um aumento significativo para 18%, tendo sucessivos aumentos significativos em torno de 10% com decorrer do incremento das concentrações, totalizando na concentração de 5% mortalidade de 41% de fêmeas de ácaro rajado (Figura 2).

Na avaliação de 72 horas, a concentração de 1% demonstrou mortalidade de 34%, tendo acréscimo de 8% para concentração de 2% (Figura 2). A concentração de 3% foi suficiente para ocasionar mortalidade de mais da metade da população de ácaro rajado, atingindo 52%. Em ascensão significativa, as concentrações seguintes, de 4 e 5% obtiveram mortalidade de 58% e 69%, respectivamente, sendo que a testemunha ocasionou 11% de mortalidade (Figura 2).

Na observação de 120 horas, a testemunha apresentou 12% de mortalidade, enquanto a concentração de 1% causou mortalidade de 56% das fêmeas de *T. urticae* (Figura 2). As concentrações intermediárias de 2 e 3% apresentaram, em sequência, mortalidade de 63 e 74%. Sendo as maiores concentrações responsáveis pelas mortalidades mais significativas, a 4% observou-se 83% de mortalidade, precedida da mortalidade máxima de 88% a 5% da concentração (Figura 2).

Devido ao grande aumento significativo da mortalidade em relação à mesma concentração com decorrer dos intervalos de avaliação, pode-se sugerir que o extrato de saboneteira proporcionou mortalidade devido à exposição das fêmeas ao extrato ao longo do tempo, como exemplo, a concentração de 5% na primeira avaliação ocasionou 41% de mortalidade, sendo 69% às 72 horas e finalmente 88% na última avaliação (Figura 2).

Avaliando o efeito de extratos aquosos de saboneteira na concentração de 10% no desenvolvimento de *Plutella xylostella* sobre discos de folha de couve, Boiça Junior et al. (2005) concluíram que o extrato dos frutos de *S. saponaria*

propiciou mortalidade maior que os extratos das folhas, com valores em sequência de 100 e 62,5%.

Em teste com livre chance de escolha para lagartas de terceiro instar de *Ascia monuste orseis* em couve, Medeiros & Boiça Junior (2005) constataram maior efeito repelente dos extratos nos discos de folhas tratadas com *S. saponaria*, com um menor número de lagartas atraídas, diferindo significativamente da testemunha.

No parâmetro número de ovos, observa-se que na primeira avaliação ocorreu uma queda gradual significativa, tendo em vista que o número médio de ovos na testemunha foi de 72,1, diminuindo para 54,9, 36,4, 33,8, 30 e 27,9 ovos respectivamente, para as concentrações de 1 a 5% (Figura 2). Na segunda observação, a redução continuou gradual, onde se constatou na testemunha uma média de 154,2 ovos, precedidos de pequenas quedas significativas nas concentrações seguintes de 2, 3, 4, 5% que, respectivamente, obtiveram média de 97,8, 85,6, 69,7 e 69,2 ovos (Figura 2).

Na última avaliação, a queda do número de ovos, em relação à testemunha, apresentou-se significativamente mais acentuada. Foram constatados 241,6 ovos na testemunha, sendo que nas concentrações de 3, 4 e 5% o número de ovos foram de 97,6, 97,0 e 94,4, respectivamente (Figura 2).

Essa redução na oviposição de *T. urticae* provavelmente deve-se a ação de alguma substância que afetou o sistema reprodutor, com intervenção na fecundidade das fêmeas do ácaro rajado, ou a presença de substâncias que inibiram a alimentação das fêmeas, que devido à falta de energia reduziram a oviposição.

A ação deterrente de extratos vegetais na oviposição de insetos ainda é pouco conhecida, sendo poucos os trabalhos que mencionam esse fato (MEDEIROS et al., 2005). Resultados promissores foram constatados por Medeiros et al. (2005), que utilizando o extrato de frutos e folhas de saboneteira na concentração de 10%, obtiveram índice de 100 e 54,5% de deterrência na oviposição de *Plutella xylostella* em couve, respectivamente.

Portanto, existe a necessidade de maiores estudos com diferentes plantas e diversos meios de extração para estimar o potencial efeito de deterrência em pragas que causam prejuízos em inúmeras culturas de interesse agrícola.

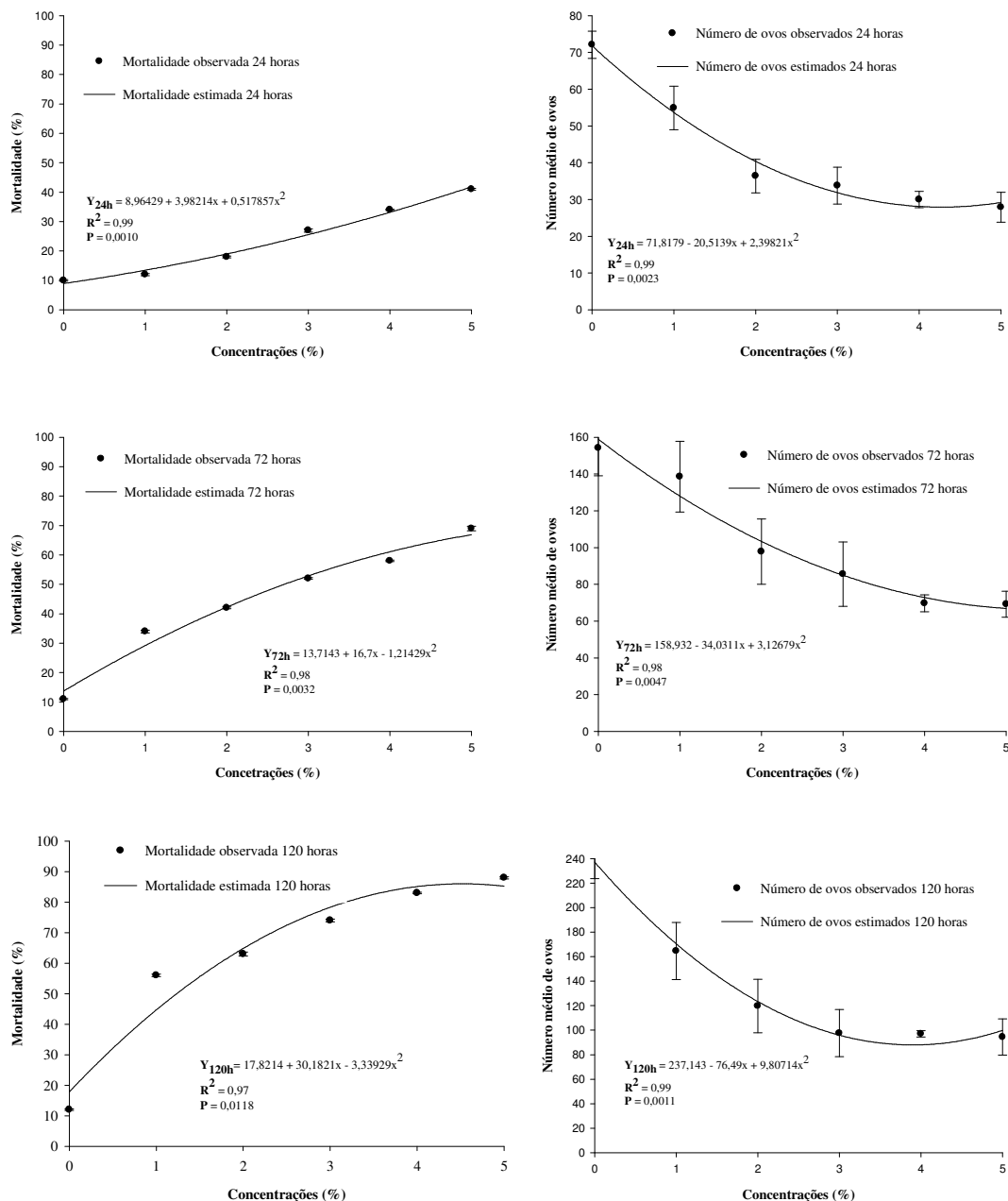


Figura 2 - Mortalidade e números de ovos de fêmeas adultas de *T. urticae* submetidas a concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5% de extratos de *S. saponaria* aplicados sobre discos de folhas de morangueiro em 24, 72 e 120h após a aplicação.

3.3 Efeito do formulado Azamax[®] aplicado sobre fêmeas de *T. urticae* em discos de folhas de morangueiro

Na primeira avaliação, após 24 horas, a testemunha apresentou mortalidade de 2%, sendo que as concentrações de 1 e 2% apresentaram mortalidade significativa, ocasionando 14 e 21% de mortalidade de fêmeas de ácaro rajado (Figura 3). A mortalidade seguiu tendência de crescimento significativo nas demais concentrações, obtendo-se mortalidade de 37, 51 e 70% nas concentrações de 3, 4 e 5%, respectivamente. Para o período de 72 horas, a concentração de 4% foi suficiente para ocasionar 55% de mortalidade das fêmeas de ácaro rajado, atingindo o ápice de mortalidade na concentração de 5%, totalizando 73% de mortalidade (Figura 3). Na última avaliação, a concentração de 1% proporcionou mortalidade de 24%. As concentrações de 2 e 3% ocasionaram mortalidade de 37 e 49%. A concentração de 4% proporcionou mortalidade de 64%, sendo a concentração de 5% a que demonstrou maior mortalidade, 76% (Figura 3).

O formulado apresentou mortalidade acentuada significativa nas primeiras 24 horas, visto que a concentração de 5%, na primeira avaliação, apresentou uma mortalidade de 70%, sendo que na mesma concentração, após o último intervalo de avaliação (120 horas), constatou-se um aumento significativo de 6% (Figura 3), sugerindo uma ação de choque, de forma a ocasionar a morte quase que instantânea dos ácaros rajados.

Diversos autores têm testado o efeito da azadiractina extraído de meliáceas sobre ácaros. Mansour & Asher (1983) e Bonford & Isman (1996) observaram que esse composto foi responsável pela mortalidade, repelência, redução na postura e na porcentagem de eclosão de larvas de *T. urticae* e de *Tetranychus cinnabarinus* em feijoeiro.

Dimetry *et al.* (1993) observaram mortalidade de 85,0 e 100% do ácaro rajado, em discos de folhas de framboesa, tratados com as formulações comerciais Margosan-O (0,3% de azadiractina) e Neem azal-S (0,35% de azadiractina), na concentração de 0,4%. Resultados satisfatórios também foram obtidos por Miller & Uetz (1998) que avaliaram a ação de vários produtos comerciais sobre estágios imaturo e adulto do ácaro rajado, e constataram que Margosan-O

pulverizado na dose de 4,7 ml/l em folhas de cravo-de-defunto, causou 100% de mortalidade, após 72 horas da aplicação.

De acordo com Gonçalves et al. (2001), os extratos aquosos de nim nas concentrações de 5 e 2,5% demonstraram mortalidade de 100 e 97,5% de fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* após 24 horas da aplicação, resultados esses promissores para o possível controle do ácaro verde.

Usando outra metodologia em plantas de pimenta, Venzon et al. (2008) observaram declínio da população de ácaro branco utilizando o óleo comercial NeemAzal T/S (10 g i.a./L) na concentração de 0,13 g i.a./L, após 6 dias. Da mesma forma, Venzon et al. (2005) notaram redução da população do ácaro vermelho em café, porém, em concentração menor (0,065 g i.a./L).

Quanto ao número de ovos, as menores concentrações apresentaram efeito inibitório significativo. Na concentração de 3% na primeira avaliação, observase média de 38,7 ovos, posteriormente, esse número subiu para 80,7 ovos no intervalo de 72 horas, e para 116,8 ovos no último intervalo de 120 horas (Figura 3). Contudo, nas concentrações maiores também houve acréscimo significativo no número de ovos, como foi avaliado na concentração de 5% que mostrou 18,4 ovos em 24 horas, 27,8 ovos em 72 horas e 36,9 ovos em 120 horas (Figura 3).

Resultados semelhantes foram verificados por Martínez-Villar et al. (2005), testando extrato comercial Align[®] (32 g i.a./kg) em *T. urticae*, observando uma diminuição no número de ovos nas duas maiores concentrações (0,064 e 0,128 i.a./l), diferindo significativamente da testemunha.

Entretanto, Venzon et al. (2005) não encontraram diferença significativa no número de ovos entre a concentração de 0,1 g i.a./L de NeemAzal T/S e a testemunha, 48 horas após o confinamento das fêmeas adultas de *Leucoptera coffeella* em plantas de café.

Os mecanismos de ação dos extratos de nim sobre ácaros são pouco conhecidos, mas a azadiractina atua na inibição da alimentação, atrasa o desenvolvimento e crescimento de larvas, reduz a fecundidade e fertilidade, altera o comportamento, acarreta anomalias nas células e na fisiologia e causa mortes de ovos, larvas e adultos de insetos e ácaros (Martinez, 2002).

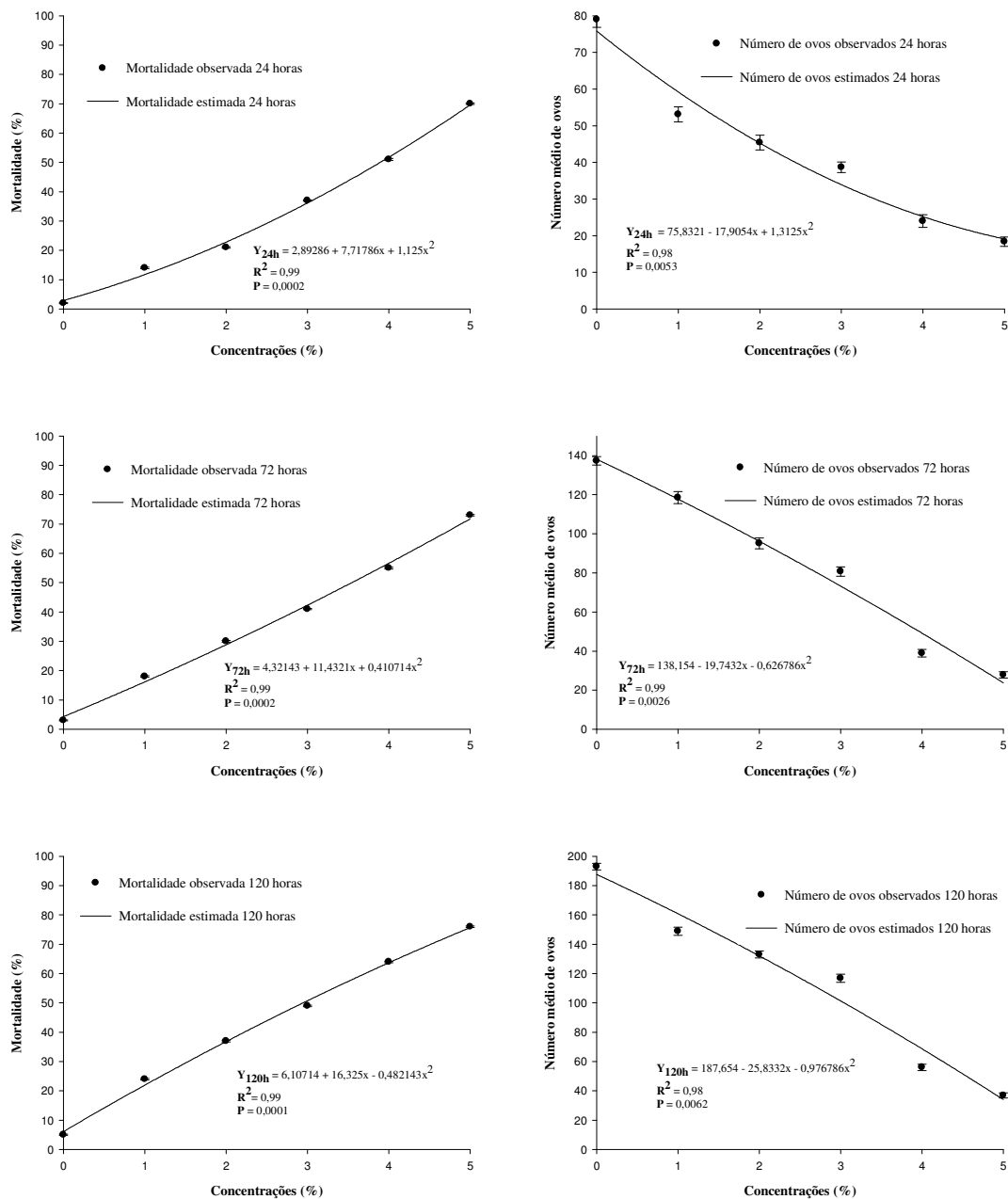


Figura 3 - Mortalidade e números de ovos de fêmeas adultas de *T. urticae* submetidas a concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5% do formulado Azamax[®] aplicados sobre discos de folhas de morangueiro em 24, 72 e 120h após a aplicação.

3.4 Efeito do emulsionável Pratissoli aplicados sobre fêmeas de *T. urticae* em discos de folhas de morangueiro

No período de avaliação de 24 horas, observa-se mortalidade de 1% na testemunha, sendo que na concentração de 1% houve aumento significativo de 3% (Figura 4). A partir das concentrações de 2 e 3%, a mortalidade tornou-se mais expressiva, obtendo-se 22 e 32% de mortalidade para as concentrações de 2 e 3%, respectivamente. Na concentração de 4%, ocorreu aumento significativo de 4% de mortalidade em relação à concentração de 3% (Figura 4). Na concentração de 5%, observou-se a maior discrepância entre os resultados, obtendo-se 67% de mortalidade de fêmeas do ácaro rajado. Na segunda avaliação, a concentração de 3% foi suficiente para causar 59% de mortalidade da população de ácaros, apresentando ápice na concentração de 5%, alcançando 73% de mortalidade, enquanto que, na testemunha observou-se mortalidade de 11% (Figura 4).

No período de avaliação de 120 horas, na concentração de 1%, observa-se mortalidade de 51% das fêmeas de ácaro rajado. Seguindo tendência de progressão, as concentrações de 2, 3 e 4% apresentaram, respectivamente, 63, 72 e 78% de mortalidade, notando-se na concentração de 5%, a mortalidade máxima de 84% (Figura 4).

O emulsionável Pratissoli proporcionou na concentração mais baixa, de 1%, uma mortalidade acentuada significativa de 51% no intervalo de 120 horas (Figura 4), demonstrando ser altamente tóxico a fêmeas de *T. urticae*. Entretanto, na primeira avaliação em 24 horas, observa-se mortalidade de 4% apenas e, em seguida na avaliação de 72 horas, observa-se mortalidade de 15% (Figura 4). Provavelmente, o emulsionável apresenta uma ação mais crônica, com efeito letal, devido à exposição do ácaro rajado em função do tempo.

O parâmetro número de ovos também sofreu interferência do emulsionável Pratissoli. No intervalo de 24 horas, observam-se 101,3 ovos na testemunha média, ocorrendo reduções significativas nas concentrações subsequentes de 1, 2, 3, 4 e 5%, que obtiveram médias de 88,2, 33,0, 29,2, 21,6 e 11,2 ovos.

A diminuição significativa no número de ovos também foi crescente de acordo com os intervalos de avaliação. Observa-se que na última avaliação (120 horas) a testemunha obteve média de 349,5 ovos, diferindo significativamente de todas as concentrações posteriores, destacando-se a concentração de 5% que proporcionou média de 34,1 ovos. Portanto, constata-se que o emulsionável apresentou efeito de deterrência relevante.

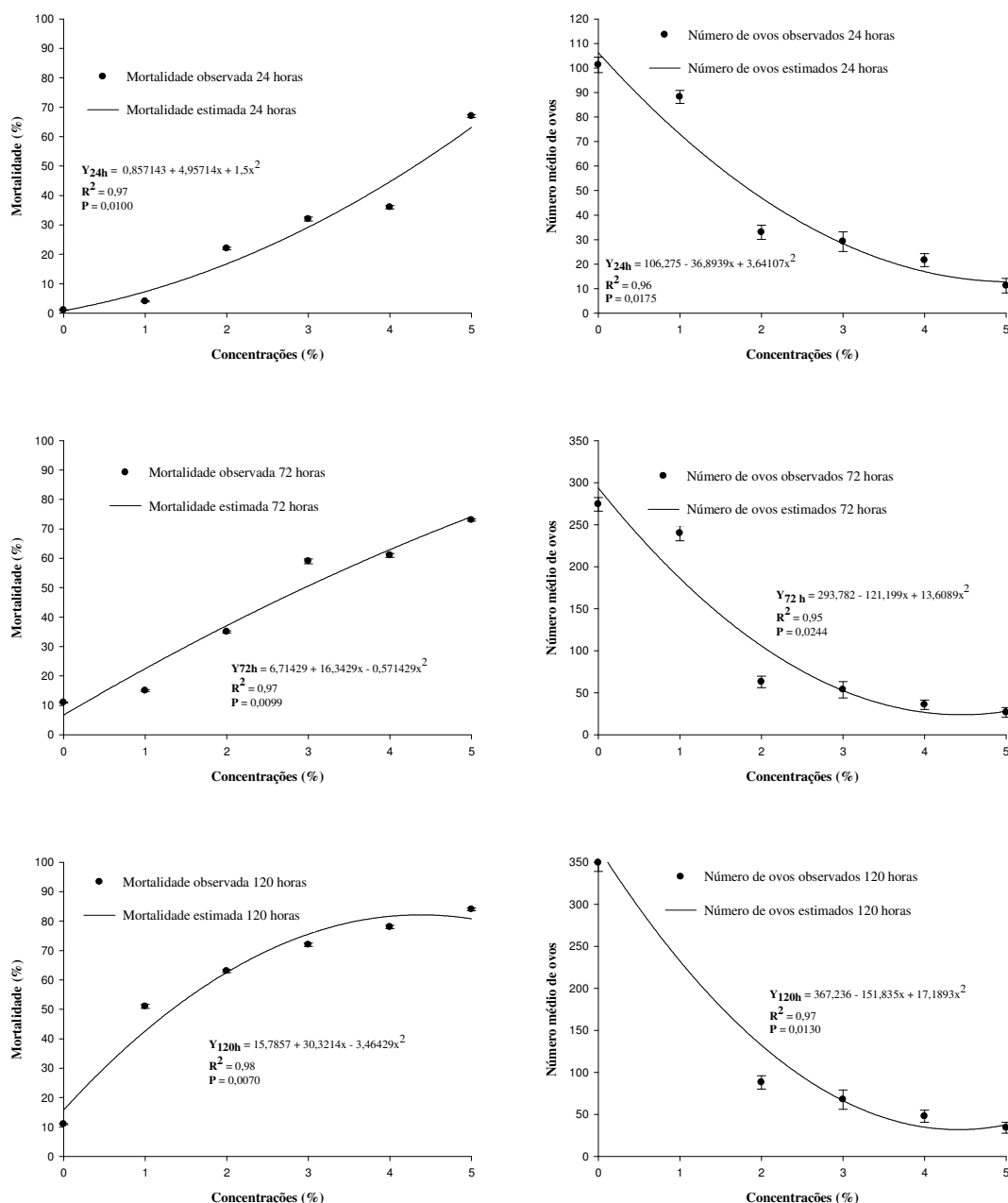


Figura 4 - Mortalidade e números de ovos de fêmeas adultas de *T. urticae* submetidas a concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5% do emulsionável Pratisoli aplicados sobre discos de folhas de morangueiro em 24, 72 e 120h após a aplicação.

3.5 Comparação da CL₅₀ dos tratamentos

As maiores inclinações das curvas do extrato de saboneteira e do emulsionável Pratissoli indicam que pequenas variações nas concentrações desses tratamentos podem provocar grandes mudanças na mortalidade de *T. urticae*. O extrato de saboneteira e o formulado Azamax[®] apresentaram o menor e o maior valor de CL₅₀ para fêmeas desse ácaro-praga (Tabela 1). Maior valor da CL₅₀ indica menor toxicidade e, conseqüentemente, maior quantidade de produto para matar 50% dos indivíduos da população testada.

Embora, o extrato de saboneteira tenha apresentado uma CL₅₀ (1,18%), menor que o emulsionável Pratissoli (1,31%), ambos não diferenciam entre si, por ter sobreposição do intervalo de confiança, o mesmo acontece para o extrato de citronela (2,80%) e o formulado de nim Azamax[®] (3,09%), que desmonstram CL₅₀ maiores (Tabela 1).

Esses resultados aprovam a possibilidade de uso de extratos de plantas e do emulsionável Pratissoli em programas de manejo fitossanitário do ácaro rajado em morangueiro. Contudo, essa é apenas a fase inicial para sua utilização no campo, visto que aspectos relacionados à eficiência e modo de ação ainda devem ser elucidados. Além disso, são necessários ensaios de análises toxicológicas em relação ao risco que pode gerar à saúde humana e os efeitos provocados aos organismos não-alvo e ambiente.

Tabela 1. Estimativa da CL₅₀ de diferentes extratos e dois formulados em fêmeas de *T. urticae*. Temperatura: 25 ± 1 °C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas

Tratamentos	CL ₅₀ (%)	I.C (95%)	G.L.	n	χ^2	slope
Azamax [®]	3,09	2,56-3,62	3	100	2,60 n.s.	2,39 ± 0,38
Citronela	2,80	2,24-3,35	3	100	2,91 n.s.	2,08 ± 0,34
Saboneteira	1,18	0,72-1,57	3	100	2,86 n.s.	1,55 ± 0,27
E. Pratissoli	1,31	0,80-1,73	3	100	0,54 n.s.	1,45 ± 0,26

N: n° de observações/dose.
n.s.: não significativo

4. CONCLUSÕES

O formulado Azamax[®], o emulsionável Pratissoli, os extratos de saboneteira e citronela testados apresentaram-se tóxicos às fêmeas de *T. urticae*, causando mortalidade e interferindo na oviposição em todos os intervalos de avaliação.

O extrato de saboneteira e o emulsionável Pratissoli demonstraram-se mais tóxicos às fêmeas de *T. urticae*; portanto, são mais promissores em pesquisas futuras para o manejo do ácaro rajado em morangueiro.

6. REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.

BOIÇA JUNIOR, A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; TORRES, A. L.; CHAGAS FILHO, N. R. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 1, p. 45-50, 2005.

BOMFORD, M. K.; ISMAN, M. B. Desensitization of fifth instar *Spodoptera litura* to azadirachtin and neem. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 81, p. 307-313, 1996.

CARDOSO, M. G.; SHAN, A. Y. K. V.; SOUZA, J. A. **Fitoquímica e química de produtos naturais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, 67 p. (Textos Acadêmicos).

CARROLL J. F. Feeding deterrence of northern fowl mites (Acari: Macronyssidae) by some naturally occurring plant substances. **Pesticide Science**, v. 41, n. 3, p. 203-207, 1994.

CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. M. Efeito do *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) Boudreaux & Dosse, 1963 (Acari, Tetranychidae) na produção do morangueiro (*Fragaria* sp.) cv. Campinas. **Científica**, v. 9, p. 257-266, 1981.

COWLES, R. S.; MILLER, J. R.; HOLLINGWORTH, R. M.; ABDEL-AAL, M. T.; SZURDOKI, F.; BAUER, K; MATOLCSY, G. Cinnamyl derivatives and monoterpenoids as nonspecific ovopositional deterrents of the onion fly. **Journal of Chemical Ecology**, v. 16, n. 1, p. 2401-28, 1990.

DIMETRY, N. Z.; AMER, S. A. A.; REDA, A. S. Biological activity of two neem seed kernel extracts against the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. **Jornaul of Applied Entomology**, v. 116, p. 308-312, 1993.

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

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; LIMA, A. P.; ARGOLO, V. M. Avaliação de plantas com potencial inseticida no controle da vaquinha-do-feijoeiro (*Cerotoma tingomarianus* Bechyné). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**: Embrapa, Rio Branco: Acre, n. 37, 2002, p.1-42.

FRAULO, A. B.; LIBURD, O. E. Biological control of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. **Experimental and Applied Acarology**, v. 43, n. 2, p. 109-119, 2007.

GONÇALVES, M. E. C.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 305-309, 2001.

LABINAS, A. M.; CROCOMO, W. B. Effect of java grass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1401-1405, 2002.

MANSOUR, F. A.; ASCHER, K. R. S. Effects of neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts from different solvents on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. **Phytoparasitica**, v. 11, p. 177-185, 1983.

MARTÍNEZ, S. S. (Ed.). **O nim – Azadirachta indica**: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Iapar, 2002, 142p.

MARTÍNEZ-VILLAR, E.; SÁENZ-DE-CABEZÓN, F. J.; MORENO-GRIJALBA, F.; MARCO, V.; PÉREZ-MORENO, I. Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 35, p. 215–222, 2005.

MEDEIROS, C. A. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Efeito da aplicação de extratos aquosos em couve na alimentação de lagartas de *Ascia monuste orseis*. **Bragantia**, v. 64, n. 4, p. 633-641, 2005.

MEDEIROS, C. A. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; TORRES, A. L. Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 227-232, 2005.

MILLER, F.; UETZ, S. Evaluating biorational pesticides for controlling arthropod pests and their phytotoxic effects on greenhouse crops. **Hort. Technology**, v. 8, p. 185-192, 1998.

NAKANO, O.; PARRA, J. R. P.; MARCHINI, L. C. Pragas das hortaliças e ornamentais. In: **Curso de Entomologia aplicada à agricultura**. Piracicaba: FEALQ, 1992, p. 441-476.

PREZZOTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. Manual de **Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo**. 5ª aproximação. Vitória, ES: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007, 305p.

SOARES, C. G.; LEMOS, R. N. S.; CARDOSO, S. R. S.; MEDEIROS, F. R.; ARAUJO, J. R. G. Efeito de óleos e extratos aquosos de *Azadirachta indica* A. Juss e *Cymbopogon winterianus* Jowitt sobre *Nasutitermes corniger* Motschuls (Isoptera: Termitidae). **Revista Ciência Agrária**, n. 50, p. 107-116, 2008.

STARK, J. D.; TANIGOSHI, L.; BOUNFOUR, M.; ANTONELLI, A. Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 37, p. 273-279, 1997.

TESSARIOLI NETO, J.; ORTIGOZA, L. E. R.; VERDIAL, M. F. Produção de mudas de cultivares de morangueiro em duas épocas de coleta. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 231-233, 2003.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; DUARTE, V. S.; DIAS, R.; PALLINI, A. Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). **Crop Protection**, v. 27, p. 869-872, 2008.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; FADINI, M. A. M.; CIOCIOLA JÚNIOR, A. I.; PALLINI, A. The potential of NeemAzal for the control of coffee leaf pests. **Crop Protection**, v. 24, p. 213–219, 2005

WATANABE, M. A.; MORAES, G. J.; GASTALDO JÚNIOR, I.; NICOLELLA, G. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 1, p. 75-81, 1994.

Capítulo II

POTENCIAL DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA AO *Tetranychus urticae* Koch EM MORANGUEIRO *Fragaria x ananassa* Duch (1836) (ACARI:TETRANYCHIDAE)

VICENTINI, Victor Bernardo, M.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Fevereiro de 2010. **Potencial de utilização de indutores de resistência ao *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari:Tetranychidae) em morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch.** Orientador: Dr. Dirceu Pratissoli. Co-orientador: Dr. Adilson Costa Vidal.

RESUMO

A cultura do morangueiro sofre com ataques de diversas pragas, destacando-se o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836), no qual seu controle é realizado quase que exclusivamente por acaricidas. Dessa maneira, há o estímulo de implantar novas técnicas de manejo dessa praga para produção de alimentos mais saudáveis, como a utilização de indutores de resistência. Com isso, este trabalho avalia o efeito da indução de resistência em morangueiro em relação ao ácaro rajado utilizando argila silicatada, silicato de potássio e metassilicato de sódio em concentrações de 1%, avaliando-se a mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* e o número de ovos. As avaliações foram realizadas após 1, 2 e 3 aplicações foliares dos produtos em plantas de morangueiro cultivar Camarosa. Na testemunha, foi aplicado água destilada. Os tratamentos submetidos à argila silicatada e silicato de potássio apresentaram maior mortalidade quando comparados à testemunha, obtendo resultados melhores com três aplicações, após 120 horas. A redução do número de ovos foi significativa para todos os tratamentos quando comparados à testemunha na terceira aplicação, ressaltando o tratamento com silicato de potássio que conferiu maior redução. Esses resultados demonstram que a indução de resistência é uma medida com potencial para o manejo dessa praga em cultivos de morangueiro.

Palavras-chave: Ácaro rajado, indução de resistência, manejo fitossanitário.

VICENTINI, Victor Bernardo, M.Sc., University Federal of Espirito Santo, February 2010. **Potential use of inducers of resistance to *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Acari: Tetranychidae) in strawberry *Fragaria x ananassa* Duch.** Adviser: Dr. Dirceu Pratissoli. Co-adviser: Dr. Adilson Costa Vidal.

ABSTRACT

The culture of strawberry have been attacked for various pests, especially two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (1836), in which his control is carried out almost exclusively by acaricides. Thus, there is a stimulus to produce new techniques pest management to produce healthier foods, such as the use of inducers of resistance. Therefore, this study evaluated the effect of induction of resistance in strawberry in relation to spider mite using clay silicate, potassium silicate and sodium metasilicate at concentrations of 1%, by assessing the mortality of adult females of *T. urticae* and the number of eggs. The evaluations were made after 1, 2 and 3 foliar applications of products in plants growing strawberry Camarosa. In test control was applied distilled water.. Treatments with silicate clay were potassium silicate showed higher mortality when compared to the control, obtaining expressive results with three applications. The number of eggs of all treatments lower was significative for than to the control in the third application, with emphasis on treatment with potassium silicate showing greater reduction. These results show that the induction of resistance is a method potential to pest control in strawberry crops.

Key-words: Two-spotted spider mite, induction of resistance, control disease.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o morango pertence à espécie do grupo das pequenas frutas, com maior área cultivada e maior tradição no cultivo, nas regiões Sudeste e Sul (PAGOT & HOFFMANN, 2003). A fruta de morango é consumida “in natura”, apresentando mercado e público cativo (POLTRONIERI, 2003).

Todavia, essa cultura sofre considerado ataque de diversas pragas, destacando-se o ácaro rajado *Tetranychus urticae*, a qual ocorre na maioria das culturas hortícolas (VAN DE VRIE et al. 1972; GARCIA-MARI & GONZALEZ-ZAMORA, 1999; SATO et al., 2002). Em populações de alta densidade, essa espécie pode causar uma redução drástica na produção de morango, inclusive sob condições quentes e secas, quando diminui o ciclo da praga. No início da fase de infestação, as folhagens das plantas do morangueiro apresentam uma aparência manchada. Entretanto, quando as plantas se tornam altamente infestadas, as folhagens ficam bronzeadas e, finalmente, a queda de folhas e redução da produção (LOURENÇÃO et al., 2000).

Por ser uma fruta muito suscetível ao ataque de pragas e doenças, e para viabilizar sua produção, é necessário o uso excessivo de agrotóxicos que, somando ao seu uso incorreto por parte dos produtores, faz com que essa cultura se apresente com uma imagem negativa perante o público consumidor (KROLOW et al., 2007). Dessa forma, há necessidade de se buscar novas alternativas de manejo de pragas.

Atualmente, métodos de controle que visam diminuir a utilização de agrotóxicos estão sendo mais pesquisados para o manejo de pragas. Dentre esses métodos, o fornecimento de silício para as plantas tem se destacado, pois tem beneficiado muitas espécies vegetais. Quando depositado na parede celular, o silício traz efeitos benéficos para as plantas, sendo capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas e tolerância das plantas aos estresses ambientais como frio, calor, seca, desequilíbrio nutricional e toxicidade a metais, além de reforçar a parede celular e aumentar a resistência contra pragas (EPSTEIN, 2001).

O aumento do grau de resistência das plantas com silício pode ser resultado de alterações morfológicas das estruturas externas e internas da planta, bem como da produção de compostos deletérios a praga. Dessa maneira, pode ocorrer alteração no comportamento do artrópodes em plantas tratadas com silício (GOUSSAIN, 2006).

Nesse contexto, a indução de resistência é uma alternativa promissora no controle de pragas. Portanto, este trabalho avalia o potencial efeito de diferentes fontes de silício na indução de resistência ao *T. urticae* na cultura do morango.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre – ES.

2.1 Criação de *Tetranychus urticae*

A criação estoque de *T. urticae* foi mantida no Laboratório de Entomologia do NUDEMAFI. Adultos de *T. urticae* foram coletados em campo sob folhas de morango, na região serrana do Espírito Santo em janeiro de 2008. Em laboratório, foram transferidos para folhas de feijão-de-porco *Canavalia ensiformis*, as quais foram mantidas em pratos plásticos (20 cm de diâmetro), sob manta acrílica umedecida com água destilada, sendo colocado algodão umedecido nas bordas das folhas para manter a turgidez. Os pratos contendo os ácaros foram mantidos em salas climatizadas reguladas à temperatura $25 \pm 1,0$ °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas. As folhas foram renovadas em intervalos de 5 a 7 dias.

2.2 Cultivo das mudas de morangueiro

Plantas de morangueiro, variedade Camarosa, fornecidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) foram cultivadas em vasos plásticos (1L) e mantidas em casa de vegetação do setor de entomologia no CCA-UFES.

Os vasos foram preenchidos com solo de barranco, devidamente adubados e corrigidos de acordo com a 5ª Aproximação do Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2001) após análise química realizada no Laboratório de Análises de Solos Raphael M. Bloise do CCA-UFES.

2.3 Aplicações dos tratamentos

Os tratamentos realizados foram com argila silicatada (ROCKSIL[®]) (T1), silicato de potássio (SUPA-SÍLICA[®]) (T2) e metassilicato de sódio (T3). Os experimentos iniciaram-se 20 dias após o plantio das mudas de morangueiro, sendo realizadas 3 aplicações para cada tratamento com intervalos de 6 dias. As aplicações foram realizadas via foliar, com auxílio de um minipulverizador manual com pressão calibrada a 40 lb/pol², até o escorrimento da calda sob as plantas. As pulverizações de todos os tratamentos foram realizadas na concentração de 1%, de acordo com a recomendação comercial, utilizando como solvente água destilada. Na testemunha, foi utilizada água nas pulverizações das plantas.

2.4 Preparação dos bioensaios

Folhas de morangueiro foram retiradas das mudas tratadas, 3 dias após aplicação com os produtos pré-estabelecidos, e lavadas com água destilada. Posteriormente, essas folhas foram imersas em hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto e novamente lavadas em água destilada, para a eliminação de agentes patogênicos externos. Depois de lavadas, foram retirados discos de 2,0 cm de diâmetro com auxílio de um cilindro de ferro. Esses discos foram acondicionados em placas de Petri (15 cm de diâmetro e 5 cm de altura), forradas com algodão hidrófilo umedecido. Em cada placa de Petri, sobre os discos de folhas, foram liberadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*. Após esse procedimento, as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada à temperatura de 25,0±1,0°C e 70,0±1% UR e fotofase de 12 horas.

2.5 Delineamento estatístico

O experimento foi conduzido empregando-se um delineamento inteiramente casualizado com fatorial em parcela subdividida 4 x 3, tendo como parcela a fonte de indução e a subparcela o número de aplicações. Cada repetição foi constituída por uma planta de morango. Foi retirada uma folha por repetição e conseqüentemente, um disco por folha. Posteriormente, esses discos foram

aconicionados em placa de Petri e infestados com 10 ácaros, totalizando 100 ácaros por fonte de indução.

Os parâmetros avaliados foram a mortalidade e o número de ovos, através de um microscópio estereoscópico. Foi considerado no parâmetro mortalidade o ácaro que, com o toque de um pincel, apresentava movimento limitado, ou seja, que se locomovia a uma distância inferior ao próprio corpo (STARK et al., 1997).

A avaliação foi realizada 120 horas após as infestações dos ácaros nos discos.

Os valores do número de ovos e de mortalidade depois de corrigida pela fórmula de Abbott (1925), foram submetidos, posteriormente à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do Software SAEG 9.0.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Efeito dos indutores de resistência sobre a mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae*

O parâmetro mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* não apresentou interação significativa entre o número de aplicações x indutores de resistência ($F = 2,02$, $P > 0,05$, g.L. = 6), porém os fatores indutores de resistência ($F = 7,17$, $P < 0,05$, g.L. = 3) e número de aplicações ($F = 17,96$, $P < 0,05$, g.L. = 2) foram significativos. Dessa forma, os fatores indutores de resistência e número de aplicações influenciam de forma independente à mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae*.

Em relação à mortalidade, os tratamentos adubados com silicato de potássio (Supa-Sílica) e argila silicatada (Rocksil) superaram em 9,4% e 6,71%, respectivamente, a mortalidade da testemunha, diferindo estatisticamente da mesma (Tabela 1). O tratamento com metassilicato de sódio não apresentou diferença significativa em relação à testemunha (Tabela 1).

Os resultados obtidos neste trabalho, tendo em vista a mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae*, sugerem que o silicato de potássio e argila silicatada atuaram como elicitores de substâncias relacionadas com a defesa da planta, frente ao ataque do ácaro rajado.

Em adubação com silício, Gomes (2003) concluiu que a pré-infestação com pulgões afetam significativamente a preferência e a taxa de crescimento populacional do pulgão verde *Schizaphis graminum*. Esse procedimento potencializa a expressão das enzimas peroxidase, polifenoxidase e fenilalanina amônia-liase em plantas de trigo, o silício induz resistência ao pulgão verde *S. graminum*, possivelmente pela ativação da síntese de compostos de defesa da planta.

Esses resultados corroboram com Gomes (2008) que constatou que a atividade da peroxidase (POX) aumentou significativamente pela utilização do silício via solo e/ou via foliar em relação à testemunha na cultura da batata, visando à resistência a *Myzus persicae*. Resultados semelhantes foram obtidos

por Correa et al. (2005) que observaram maior mortalidade de ninfas de *Bemisia tabaci* pela aplicação foliar de silício em plantas de pepino, provavelmente devido ao aumento de substâncias de defesa na planta, induzido pela maior atividade de enzimas oxidativas.

Outra hipótese é que as fontes de silício depositadas sobre as cutículas das folhas proporcionaram uma dupla camada sílico cutícula (MA & YAMAJI 2006; MASSEY et al. 2007), que ocasionou tecidos foliares mais rígidos, dificultando a alimentação de pragas fitófagas. Goussain et al. (2002) constataram que o silício afetou o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho, apresentando maior mortalidade e canibalismo das lagartas, além do desgaste acentuado das mandíbulas das mesmas, resultados similares foram apresentados por Kvedaras & Keeping (2007), que observaram que a alimentação e crescimento de lagartas de *Eldana saccharina* foram menores em plantas de cana com maiores níveis de sílica em suas hastes.

Utilizando escória siderúrgica (23% SiO₂) incorporada ao substrato e realizando aplicações de silicato de potássio via foliar, com intuito de induzir resistência à mosca minadora em crisântemo, Polanczyk et al. (2008) verificaram efeito significativo para doses de escória que promoveram redução significativa do número de larvas vivas encontradas ao longo das nove semanas. Resultados semelhantes foram observados por Parrella et al. (2006), usando aplicações foliares de silicato de potássio em plantas de crisântemo. Os tratamentos apresentaram efeito significativo na redução do número de larvas vivas de mosca minadora em relação à testemunha avaliadas ao longo de seis semanas, com correlação negativa entre doses de silício e número de larvas vivas.

TABELA 1. Mortalidade corrigida (média ± erro padrão) de fêmeas *T. urticae* em discos de folhas de morangueiro tratadas com diferentes indutores de resistência com três aplicações

Indutores de resistência	Mortalidade Corrigida (%)
Silicato de Potássio	15,40 ± 1,56 A
Argila Silicatada	12,71 ± 1,19 A
Metassilicato de Sódio	10,37 ± 0,69 AB
Testemunha	6,00 ± 0,18 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05)

Analisando o número de aplicações, observa-se que houve aumento significativo da mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* no decorrer das aplicações dos tratamentos, obtendo acréscimo significativo da primeira para segunda aplicação de 5,02%, e da segunda para terceira de 4,54%. Sendo que a terceira aplicação superou em 9,56% a mortalidade da primeira aplicação (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram observados por Almeida et al. (2008), utilizando argila silicatada e fertilizante organomineral em tomate, apresentando mortalidade crescente significativa de *Frankliniella schultzei* com o transcorrer do número de aplicações, evidenciando que o silício pode estimular barreiras físicas sobre os tecidos das folhas.

Segundo Pascholati & Leite (1995), a proteção induzida é dependente do intervalo de tempo que ocorre entre o tratamento com o indutor e a subsequente inoculação da planta, não sendo suficiente apenas uma aplicação para atingir o nível de resistência desejado, pois esse processo envolve a síntese e o acúmulo de substâncias que conferem resistência à planta.

TABELA 2. Mortalidade corrigida (média \pm erro padrão) de fêmeas *T. urticae* em discos de folhas de morangueiro com três aplicações com diferentes indutores de resistência

Número de aplicações	Mortalidade Corrigida (%)
1	6,26 \pm 0,07 C
2	11,28 \pm 0,69 B
3	15,82 \pm 1,17 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

3.2 Efeito dos indutores de resistência sobre número de ovos ovipositados por fêmeas adultas de *T. urticae*.

Em relação ao parâmetro número de ovos observou-se interação significativa entre os fatores indutores de resistência x número de aplicações ($F = 24,20$, $P < 0,05$, g.L. = 6). Com isso, pode-se afirmar que ocorre influência em conjunto dos indutores de resistência e o número de aplicações sobre o número de ovos de *T. urticae*.

A primeira aplicação dos tratamentos demonstrou redução significativa do número médio de ovos em relação à testemunha. Esta apresentou média de 159,1 ovos, enquanto, os tratamentos com silicato de potássio, argila silicatada e metassilicato de sódio obtiveram média de 147,6, 144,2 e 150,7 ovos, respectivamente (Tabela 3). Contudo, não houve diferença significativa entre os indutores de resistência (Tabela 3).

Após a segunda aplicação, a testemunha com número médio de 159 ovos, permaneceu diferindo estatisticamente de todos os tratamentos (Tabela 3). O tratamento com silicato de potássio e argila silicatada proporcionaram maior redução com média de 124,6 e 119,8 ovos, não diferindo entre si, enquanto o tratamento com metassilicato de sódio apresentou redução intermediária com média de 146,3 ovos diferindo significativamente dos dois tratamentos anteriores (Tabela 3).

Na terceira aplicação, o tratamento com silicato de potássio obteve a maior diminuição no número de ovos, observa-se média de 109,4 ovos, diferindo estatisticamente de todos os tratamentos e da testemunha (Tabela 3). Os tratamentos com argila silicatada e metassilicato de sódio também proporcionaram redução no número médio de ovos com 118,9 e 120,4 ovos, diferindo significativamente da testemunha que apresentou média de 162 ovos (Tabela 3).

Quando se analisa os tratamentos ao longo das três aplicações, pode-se observar que o tratamento com silicato de potássio apresenta um decréscimo significativo com decorrer das aplicações subsequentes, sendo que a primeira aplicação proporcionou uma média de 147,6 ovos, seguido de 124,6 e 109,4 ovos, na segunda e terceira aplicação, respectivamente (Tabela 3).

O tratamento com argila silicatada, após a segunda e terceira aplicação, demonstrou média de 119,8 e 118,9 ovos, não diferindo estatisticamente entre si, porém, ambas as aplicações reduziram significativamente o número médio de ovos, quando comparados à primeira aplicação, que obteve média de 144,2 ovos (Tabela 3).

O tratamento com metassilicato de sódio demonstrou na primeira e segunda aplicação que não houve redução significativa, com média de 150,7 e 146,3

ovos, respectivamente. Porém, a terceira aplicação acarretou diminuição significativa, com média de 120,4 ovos em relação à primeira e segunda aplicação. A testemunha não apresentou diferença estatística entre as aplicações (Tabela 3).

Portanto, a maior redução quanto ao número de ovos foi observado no tratamento com silicato de potássio, após a terceira aplicação.

Resultados similares foram encontrados por Almeida et al. (2008), testando até três aplicações de fertilizante organomineral em feijão com intuito de reduzir a oviposição de mosca branca, averiguaram a diminuição do número de ovos, após a segunda e terceira aplicação em relação à testemunha.

Avaliando oviposição *B. tabaci* Biótipo B em pepino, Corrêa et al. (2005) constataram que planta que receberam silicato de cálcio via solo apresentaram um menor número significativo de ovos. No entanto, o efeito mais notável foi a acentuada redução da oviposição, sendo três vezes maior em relação ao controle, devido à aplicação foliar de silicato de cálcio, com ou sem BTH.

A diminuição do número de ovos nos tratamentos com silício, possivelmente, deve-se à falta de qualidade do alimento ou até mesmo, à diminuição da alimentação por parte das fêmeas, pela dificuldade de se alimentarem, devido ao alimento rico em silício, que provavelmente alterou a fisiologia ou anatomia da planta, com isso, as fêmeas do ácaro rajado somente se alimentaram para sobrevivência não dispendendo energia para oviposição.

TABELA 3. Número de ovos (média \pm erro padrão) de fêmeas de *T. urticae* em discos de folhas de morangueiro tratadas com diferentes indutores de resistência e com três aplicações

Indutores de resistência	Aplicações		
	1°	2°	3°
Testemunha	159,1 \pm 1,64Aa	159,0 \pm 2,21Aa	162,0 \pm 1,27Aa
Silicato de Potássio	147,6 \pm 2,29Ab	124,6 \pm 3,47Bc	109,4 \pm 2,41Cc
Argila Silicatada	144,2 \pm 1,83Ab	119,8 \pm 2,38Bc	118,9 \pm 2,03Bb
Metassilicato de Sódio	150,7 \pm 2,29Ab	146,3 \pm 1,35Ab	120,4 \pm 2,32Bb

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas, e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Em geral, a aplicação de silício afetou o desenvolvimento de *T. urticae*, causando mortalidade e prejudicando a oviposição. Portanto, os resultados obtidos são satisfatórios, podendo o silício ser considerado como mais uma tática a ser testada no manejo fitossanitário de pragas na cultura do morangueiro em campo.

4 CONCLUSÕES

Os tratamentos com silicato de potássio e argila silicatada ocasionaram mortalidade; portanto, possuem potencial para o manejo de *T. urticae* em morangueiro.

Em relação ao número de ovos, os tratamentos com silicato de potássio, argila silicatada e metassilicato de sódio proporcionaram redução.

Os resultados obtidos são promissores, dando subsídio a novas pesquisas, preferencialmente a campo.

5. REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.

ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A. M.; VICENTINI, V. B. Fertilizante organomineral como indutor de resistência contra a colonização da mosca branca no feijoeiro. **Idésia**, v. 26, n. 1, p. 29-32, 2008.

ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VICENTINI, V. B.; HOLTZ, A. M.; SERRÃO, J. E. Calcium silicate and organic mineral fertilizer increase the resistance of tomato plants to *Frankliniella schultzei*. **Phytoparasitica**, v. 37, p. 225–230, 2009.

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A.; DUARTE FILHO, J. L'essor de la mûre. **L' Arboriculture Fruitière**, v. 42, n. 552, p. 26-28, 2001.

CORREA, R. S. B.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M.; CARVALHO, G. A. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 429-433, 2005.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: Facts vs concepts. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G. H. (Eds.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001, 403p.

GARCIA-MARI F, GONZALEZ-ZAMORA J. E. Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. **Experimental and Applied Acarology**, v. 23, n. 6, p. 487–495, 1999.

GOMES, F. B. **Indução de resistência em trigo por silício e pelo pulgão *Shizaphis graminum***. 2003. 51 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 185-190, 2008.

GOUSSAIN, M. M. **Interação trigo-silício-inseticida na biologia e no comportamento de prova do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) monitorado pela técnica “electrical penetration graphs” (epg)**. 2006. 59p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Programa de Pós Graduação em Agronomia/Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da Aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

KROLOW, A. C.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1732-1735, 2007.

KVEDARAS, O. L.; KEEPING, M. G. Silicon impedes stalk penetration by the borer *Eldana saccharina* in sugarcane. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 125, p. 103-110, 2007.

LOURENÇÃO A. L.; MORAES, G. J.; PASSOS, F. A. Resistance of strawberries to *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 339-346, 2000.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Plant Science**, v. 11, p. 392–397, 2006.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants, p.17-39. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Eds.), **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001, 403p.

MASSEY, F. P.; ENNOS, R. A.; HARTLEY, S. E. Herbivore specific induction of silica-based plant defences. **Oecologia**, v. 152, p. 677-683, 2007.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: 1º Seminário brasileiro sobre pequenas frutas. **Anais...** HOFFMANN, A.; SEBEN, S. S. (Eds.). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, 64 p.

PARRELLA, M. P.; COSTAMAGNA, T.; KASPI, R. The addition of potassium silicate to the fertilizer mix to suppress *Liriomyza* leafminers attacking chrysanthemums. **Bulletin Gerbera Pest Management Alliance**, v. 29, p. 159-162, 2006.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismo de resistência. In: BERGAMIN FILHO; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia Princípios e Conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, p. 417-454.

PREZZOTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. Manual de **Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo**. 5ª aproximação. Vitória, ES: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; PAYE, H. S.; PEREIRA, V. A.; BARROS, F. L. S.; OLIVEIRA, R. S. S.; PASSOS, R. R.; MARTINS, F. S. Indução de resistência a mosca minadora em crisântemo usando composto silicatado. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 240-243, 2008.

POLTRONIERI, E. Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas. In: 1º Seminário brasileiro sobre pequenas frutas. **Anais...** HOFFMANN, A.; SEBBEN, S. S. (Eds.). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 64 p.

SATO, M. E.; SILVA, M.; GONÇALVES, L. R.; SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 449-456, 2002.

STARK, J. D.; TANIGOSHI, L.; BOUNFOUR, M.; ANTONELLI, A. Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 37, p. 273-279, 1997.

VAN DE VRIE, M.; MCMURTRY, J. A.; HUFFAKER, C. B. Ecology of mites and their natural enemies a review.3 Biology, ecology, and pest status, and host plant relations of Tetranychids. **Hilgardia**, v. 41, p. 354-432, 1972.