CAPÍTULO 6

Uso de óleos essenciais e extrato de abacate no controle de ácaros-rajados em morangueiro

Gilmara da Silva Rangel, Sávio da Silva Berilli, Murilo de Oliveira Souza, Victor Dias Pirovani, Maurício Novaes Souza

https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-27-5.c6

Resumo

O Brasil é um dos maiores produtores de morango da América Latina, destacando o Espírito Santo como o estado que possui a maior relação produtividade área. A produção de morangos no Brasil provém majoritariamente do sistema agrícola convencional, que é caracterizado pelo uso intensivo de agrotóxicos, os quais possuem um alto potencial poluidor e prejudicial ao meio ambiente. Nesse contexto, a agricultura orgânica emerge como um sistema alternativo, visando atender aos requisitos de sustentabilidade ambiental, econômica e social. Um dos grandes desafios da agricultura orgânica é o combate às pragas, principalmente o ácaro-rajado que ataca o morangueiro. Essa praga possui uma alta dificuldade de combate, pois possui um ciclo de vida curto, alta capacidade de desenvolver resistências e alta capacidade reprodutiva. Este trabalho teve como objetivo pesquisar nas literaturas alternativas orgânicas e eficientes para o combate do ácaro-rajado. Foram encontradas pesquisas que apontaram os óleos essenciais como acaricidas eficientes, principalmente os óleos de pimenta-rosa e gengibre. A pesquisa utilizando o extrato de abacate como acaricida também se mostrou uma boa opção, principalmente pela sua composição. Diante dos inúmeros trabalhos que apresentaram os prejuízos dos acaricidas sintéticos, e os benefícios dos acaricidas fitossanitários, pode-se concluir que a alternativa mais viável e indicada para o combate do ácaro-rajado no morango são os óleos e extratos vegetais.

Palavras-chave: Morango Orgânico. Acaricida. Controle Fitossanitário. Óleos e extratos vegetais.

Maurício Novaes Souza (Org.) © 2024 Mérida Publishers CC-BY 4.0

1. Introdução

Nos últimos dez anos o cultivo do morango apresentou um aumento significativo em todo o mundo, destacando na América do Sul os países Brasil, Colômbia, Peru, Argentina e Chile como as maiores áreas de produção. O Brasil cultiva anualmente cerca de 5.200 ha de morangueiro, produzindo mais de 200.000 toneladas (t). Dentro do cenário nacional, o estado do Espírito Santo apresenta a maior produtividade em relação a t área^{-1}, alcançando a produção de 54 t ha^{-1} em 2019 (Antunes *et al*., 2021). Além disso, o cultivo do morango no Brasil é desenvolvido majoritariamente por agricultura familiar, sendo de grande importância econômica e social (Ferla *et al*. 2007; Karlec *et al*. 2016).

O aumento no consumo do morango pode ser associado às vantagens nutricionais e sensoriais do fruto, das quais se pode destacar a intensa cor vermelha e o sabor ácido adocicado. A cor se deve à alta concentração de antocianinas, enquanto seu sabor doce e levemente ácido resulta da combinação de ácidos e açúcares na polpa. O morango é uma fonte rica em compostos fenólicos que, junto com a vitamina C, contribuem para seu elevado potencial antioxidante classificado como antioxidantes hidrofílicos. Além disso, ele também contém carotenoides e vitamina E, classificados como antioxidantes lipofílicos (Nunes; Novello, 2021).

Levando em consideração a importância do cultivo do morango no cenário nacional e regional, pode-se destacar o cultivo orgânico do morango; pois, de acordo com a Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, a agricultura orgânica tem como um dos objetivos a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, e sempre que possível, a utilização de métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos (MAPA, 2003).

A produção orgânica e agroecológica estão em ascensão no Brasil, oferecendo uma oportunidade para atender à demanda de consumidores que buscam produtos mais seguros, saudáveis e estão preocupados com a preservação ambiental. Um dos produtos de mais atenção destes consumidores é o morango, que apesar de comprovado seus benefícios nutricionais e para a saúde, ainda é considerado por muitos um produto que apresenta traço de contaminantes agroquímicos (Fiedler *et al*., 2020).

Dentre os inúmeros desafios do cultivo orgânico do morango, pode-se destacar o problema de infestações de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), mais conhecido como ácaro-rajado, pois é a principal praga que afeta o morangueiro (Paes *et al*., 2015). O combate desta praga é de grande importância econômica, pois é uma praga agrícola, polífaga, que se alimenta de mais de 1100 espécies de plantas pertencentes a mais de 100 famílias botânicas (Salehipourshirazi *et al*., 2021; Lima *et al*., 2024).

Porém, o combate ao ácaro-rajado é dificultado por sua alta capacidade de reprodução, ciclo de vida curto, que favorecem a evolução e desenvolvimento de resistência a produtos químicos sintéticos, e o desequilíbrio biológico causado pela eliminação dos inimigos naturais em decorrência da aplicação de produtos não seletivos (Araújo *et al*., 2020).

Os produtores de morango também têm procurado usar produtos fitossanitários e orgânicos, principalmente no controle do ácaro-rajado, pois esta praga apresenta resistência aos acaricidas à base de NIM (azadiractina) e acaricidas sintéticos (Paes *et al*., 2015). Além disto, o controle do ácaro é de extrema importância econômica, pois ele causa danos à folhagem, às células do mesófilo[7] e ao fechamento dos estômatos, reduzindo a taxa fotossintética das plantas, causando descoloração e curtimento das folhas, o que leva à redução do número e peso dos frutos e, consequentemente, produtividade (Moraes; Flechtmann, 2008).

Diversos estudos indicam que vários compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas possuem ação acaricida, oferecendo, nesse contexto, uma alternativa orgânica para o combate ao ácaro-rajado (Nwanade *et al*., 2020). Estes metabólitos presentes nas plantas se tornam alternativas atrativas, pois, degradam mais rápido que os pesticidas sintéticos e não deixam resíduos nos alimentos ou no meio ambiente (Agut *et al*., 2018; Avelino *et al*., 2019; Santos *et al*., 2023; Lopes et al., 2023).

Esses metabólitos são sintetizados por algumas plantas como parte de seus mecanismos naturais de autodefesa contra organismos prejudiciais. Eles

[7] Refere-se ao tecido interno das folhas das plantas, localizado entre a epiderme superior e inferior. O mesófilo é responsável pela fotossíntese.

são extraídos e utilizados na agricultura principalmente na forma de óleos essenciais e extratos, apresentando, em alguns casos, atividades fungicida, bactericida e acaricida (Pavela *et al*., 2016).

As substâncias ativas dos pesticidas fitossanitários, incluindo os extratos e óleos essenciais, são metabólitos secundários das plantas, que são sintetizados por algumas plantas no âmbito da sua autodefesa natural contra organismos prejudiciais ao seu crescimento e desenvolvimento. Essas substâncias são, em sua maioria, misturas voláteis de compostos orgânicos com uma diversidade de grupos funcionais (fenóis, álcoois, aldeídos, etc.), e sua atividade pesticida tem sido associada à presença de mono-, di- e sesquiterpenos (Pavela *et al*., 2016). Essas substâncias são classificadas como isoprenoides, compostas por unidades de isopreno formadas a partir do resíduo de 2-metilbutano, seguindo a regra do isopreno de Hans-Joachim Breitmaier $(C_5)n$ (Rehman *et al*., 2016).

Os compostos mais voláteis podem ser utilizados por fumigação no combate do ácaro-rajado, como aponta a pesquisa de Ataíde *et al*. (2018). Os autores empregaram o óleo essencial de gengibre (Zingiberaceae) como acaricida, apresentando toxicidade de 100% sobre as fêmeas, juntamente com o benefício de afetar as larvas de *Aedes aegypti*, inseto potencialmente prejudicial ao ser humano.

Esses mesmos autores também apresentaram resultados significativos ao utilizar óleo essencial de pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi), tanto na aplicação por fumigação quanto por contato residual, comprovando a capacidade acaricida, inseticida e fungicida do óleo. Além disso, os autores ressaltam que os resultados não alteraram com a variação da extração da fruta verde ou madura, reforçando a viabilidade e eficiência do óleo.

Os compostos menos voláteis dos extratos também possuem ação acaricida, como relatado por Marafeli *et al*. (2014). Os autores utilizaram o extrato de abacate (*Persea americana* P. Mill.) como acaricida, apresentando eficiência no combate do ácaro-vermelho (*Oligonychus ilicis*) no cafeeiro. Além disso, os testes realizados demonstraram diferenciação da ação acaricida no ácaro predador (*Amblyseius herbicolus*), relatando um número de ovos postos de 2,8 ± 1,0a comparado aos 0,5 ± 0,3a do ácaro vermelho, seguido da eclosão de 2,2 ± 0,8b do ácaro predador e nenhuma eclosão do ácaro-vermelho.

2. A produção de morango

O morango (*Fragaria x ananassa Duch*) é o fruto resultante do cultivo de plantas criadas a partir da hibridação interespecífica de duas espécies selvagens de morangueiros, *Fragaria chiloensis (L) Mill* e *Fragaria virginiana Mill*, oriundas do Chile e América do Norte (Figura 1), respectivamente (Paes *et al*, 2015).

O morangueiro apresenta grande relevância social e econômica, pois possui a capacidade de ser usado para fins comerciais e ornamentais, isto acontece em virtude da beleza botânica da espécie. A planta de morangueiro pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Rosoidea*, tribo *Potentilla* e gênero *Fragaria* (Cerutti *et al*, 2018).

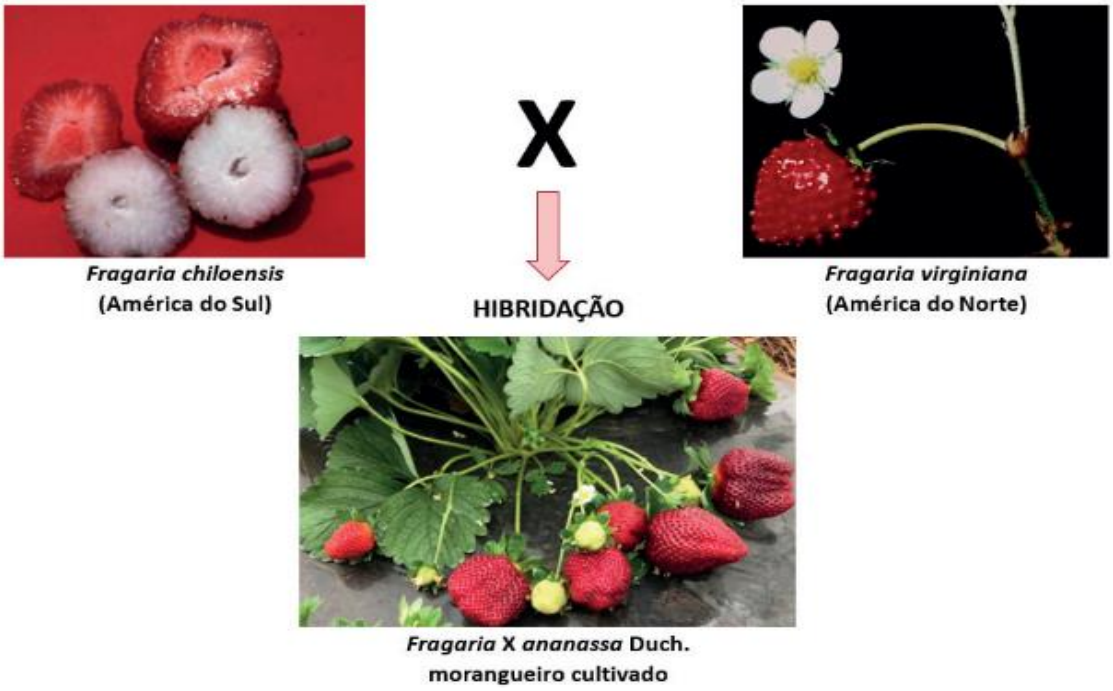

Figura 1. Hibridação interespecífica entre *Fragaria chiloensis (L) Mill* e *Fragaria virginiana Mill.* Fonte: Nardi *et al.*, 2022.

A intensa coloração vermelha do morango é atribuída à elevada concentração de antocianinas presentes em sua composição. Além disso, o sabor característico do morango, que combina doçura com uma leve acidez, resulta da interação entre os ácidos e os açúcares encontrados na polpa da fruta. O morango pode ser considerado uma fonte rica em compostos fenólicos, os quais contribuem significativamente para o seu elevado potencial antioxidante.

As principais substâncias antioxidantes naturalmente presentes no morango incluem a vitamina C e os compostos fenólicos, ambos classificados como antioxidantes hidrofílicos. Além disso, o morango contém carotenoides e vitamina E, que são categorizados como antioxidantes lipofílicos (Nunes; Novello, 2021).

Denominado como pseudofruto, o morango se origina no receptáculo floral, considerado uma hortaliça-fruto possui porte herbáceo e rasteiro, com uma reprodução assexuada ocorrendo a partir dos estolões e, embora apresente ciclo perene, seu cultivo é anual e, ou, bianual devido às doenças relacionadas ao cultivo (Gonçalves *et al*., 2018).

Do tipo herbáceo, o morangueiro apresenta sistema radicular superficial, concentrando-se até os 20 cm de solo. O caule é um rizoma estolhoso[8], de formato curto e retorcido, onde se originam as folhas, que são popularmente denominadas de coroas, que após crescimento confere a planta uma forma de "roseta" (Cerutti *et al.*, 2018).

Os primeiros registros de pesquisa na cultura do morango foram realizados na Europa, por Antonie Nicholas Duchesne (1747-1827), em meados do século XV. Duchesne (1766) trabalhava nos jardins de *Versailles* e desenvolveu um acervo de morangos no jardim botânico de *Petit Trianon*. Ele foi o pioneiro a atribuir e discutir sobre a existência de propriedades nutricionais e rejuvenescedoras no fruto do morangueiro. No Brasil, o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) foi o responsável por iniciar as pesquisas de melhoramento genético do morango, em 1941 (Cerutti *et al*, 2018).

No Espírito Santo, o morango começou a ser plantado nos anos da década de 1960, na região serrana, mais precisamente no município de Domingos Martins, em uma altitude de aproximadamente 950 m, utilizando a variedade 'Campinas', muito rústica e produtiva. Vale destacar que a expansão iniciou apenas quando o morango começou a substituir os plantios de alho, pois ambas são culturas cujo plantio é realizado na época mais fria do ano. Para contribuir com a expansão do morangueiro, em 1995 foi introduzida a cultivar *Dover* na

[8] Caule de crescimento horizontal, geralmente aéreo ou subaéreo, que em alguns pontos ao longo do seu percurso lança raízes adventícias que dão origem a plântulas.

região, que além de ser mais produtiva, apresentou melhores características de conservação pós-colheita. A instalação de indústrias, com alta demanda de frutos, também contribuiu para a expansão da cultura do morango (Galeano *et al*., 2022).

Desde então inúmeras pesquisas são desenvolvidas com o objetivo de melhorar o cultivo do morango, selecionando às cultivares para apresentarem melhor produtividade, vigor, hábito de frutificação, tempo e uniformidade de maturação, resistência ao frio, tolerância a doenças e pragas (Cerutti *et al*, 2018).

Atualmente, a crescente demanda dos consumidores por alimentos nutracêuticos[9] e com propriedades benéficas à saúde está impulsionando a expansão do cultivo do morangueiro em diversas regiões. Isto decorre do fato dos morangos serem excelentes fontes de ácido ascórbico, ácido fólico, fibra alimentar e metabólitos secundários, bem como as antocianinas, representadas principalmente pela pelargonidina-3-O-glucosídeo, que caracteriza mais de 80% do total antociânico dos frutos. Esses compostos antioxidantes, pertencentes à família dos flavonoides, possuem características farmacológicas e apresentam atividades anticâncer, anti-inflamatória, antimutagênica[10] e auxiliam a reduzir o risco de incidentes cardiovasculares pela inibição da oxidação do colesterol de lipoproteína de baixa densidade (Nardi *et al*,. 2022)

Em 2020, houve um aumento significativo no cultivo do morango em Minas Gerais, Espírito Santo e Rio Grande do Sul, como aponta as pesquisas de Antunes *et al*. (2021). Os autores destacaram o Espírito Santo por apresentar a maior produtividade de toneladas por área. Segundo os autores, 89,7% dos produtores do Rio Grande do Sul adotaram o cultivo protegido com estufas de cobertura em arco como sistema de produção preferencial, enquanto no Estado do Espírito Santo (70%), e Minas Gerais (85%) dos produtores adotam o plantio no solo com túnel baixo.

O túnel baixo é um tipo de ambiente de cultivo protegido, que se caracteriza pela cobertura das plantas com filme plástico de cor branca, suspenso sobre

[9] Alimentos ou parte dos alimentos que apresentam benefícios à saúde, incluindo a prevenção e, ou, tratamento de doenças.

[10] Tem ação inversa impedindo a formação das mutações causadas por um determinado agente mutagênico.

arcos de ferro galvanizado a uma altura de aproximadamente 1,0 m. Este tipo de sistema de cultivo protegido ajudou a estender o período de colheita e reduzir o aparecimento de doenças, e consequentemente, a redução da utilização de agrotóxicos (Galeano *et al*., 2022) (Figura 2).

Figura 2. Túnel baixo: tipo de ambiente de cultivo protegido, Domingos Martins, ES. Fonte: Acervo Graciandre Pereira Pinto, 2024.

Galeano *et al*. (2022) também apontaram que, recentemente, no Espírito Santo começou a implantação do sistema de plantio semihidropônico, que consiste em uma tecnologia de produção da fruta realizada em ambiente protegido, porém suspenso, onde as plantas são dispostas sobre bancadas que ficam entre 0,80 e 1 m de altura. Neste tipo de sistema não há solo e em seu lugar as plantas se mantêm em substratos com fertirrigação. Este sistema se apresenta muito promissor, pois ajuda a reduzir os custos de mudas devido ao maior número de safras com a utilização das mesmas plantas inicialmente estabelecidas (Figura 3).

Pode-se associar também o aumento da produção de morango no Espírito Santo, ao Plano de Desenvolvimento do Estado do Espírito Santo – ES2030 (PEDEAG), onde os municípios possuem grande incentivo no cultivo do morango, tais como: (i) competência técnica e condições climáticas para elevada produtividade no cultivo de frutas; (ii) a boa remuneração por hectare no cultivo

tecnificado; (iii) a presença de indústrias de beneficiamento de frutas e polpas, produção de base familiar, com forte impacto econômico e social e políticas públicas para acesso ao mercado (ESPÍRITO SANTO, 2013).

Figura 3. Sistema de plantio orgânico semihidropônico em substrato com fertirrigação, Domingos Martins, ES. Fonte: Acervo Graciandre Pereira Pinto, 2024.

O PEDEAG 3 2015-2030 apontou como oportunidades no cultivo do morangueiro: (i) a possibilidade de aumento da produtividade; (ii) a diversificação de culturas e introdução de novas espécies; (iii) a alta demanda de frutas não atendida pelo Estado; (iv) o crescente mercado consumidor com hábitos de alimentação mais saudáveis e práticos; (v) o fortalecimento de modelos associativistas; (vi) a ampliação do atendimento a indústria de polpa com produção local; (vii) a diversificação de produtos e agregação de valor e industrialização de frutas no Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2016).

Lima (2015) apresenta os três sistemas mais comuns de cultivo de morango no Brasil, sendo eles:

✓ Produção Convencional ou tradicional: não é regida por normas específicas; porém, busca adotar as boas práticas agrícolas, obedecendo à legislação brasileira vigente;

✓ Produção Integrada de Morango (PIMo): é um programa de avaliação da conformidade, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), que estabelece normas técnicas específicas de cultivo desenvolvidas sob a coordenação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esse programa tem como foco a qualidade, priorizando a sustentabilidade, a aplicação de recursos naturais, a substituição de insumos poluentes, o monitoramento dos procedimentos e a rastreabilidade de todo o processo. O objetivo desse sistema é substituir as práticas tradicionais e onerosas por um processo que permita a diminuição dos custos de produção, a melhoria da qualidade do produto, a redução nos danos ambientais e o aumento do grau de credibilidade e confiabilidade do consumidor (MAPA, 2009).

✓ Produção Orgânica: essa produção visa o estabelecimento de sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados e estáveis. Nesse sistema não é permitido o uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, e o controle de pragas e doenças só pode ser realizado com produtos naturais.

3. Produção de morango orgânico

No Brasil, apenas nos anos da década de 1970, após a consolidação do cultivo tradicional do morango, que se iniciaram os primeiros questionamentos sobre os perigos que esse sistema de produção estava acarretando para o meio ambiente e para a saúde da sociedade, devido à utilização de agrotóxicos. Porém, a produção de orgânicos só foi realmente inserida no Brasil nos anos da década de 1990, comercializando primeiramente em feiras livres, e passando a ser vendidos nas grandes redes de supermercados apenas no início dos anos 2000 (Fiedler *et al*., 2020).

Todavia, foi apenas em 2003 que foi sancionada a Lei 10.831, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Dentre tantos aspectos tradados nesta lei, pode-se destacar a seguinte definição:

> Art. 1° Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, [...] (MAPA, 2003).

A partir disto, pode-se observar que a agricultura sem agrotóxicos tem-se tornado uma realidade crescente em algumas regiões do Brasil, principalmente em propriedades rurais de base familiar (Fiedler *et al*., 2020). Um dos fatores que se pode atribuir para este crescimento, foi a criação do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo), que tem por objetivo fomentar a produção agrícola de base agroecológica e orgânica, além de ampliar a oferta e o consumo de alimentos saudáveis, apoiar o uso sustentável dos recursos naturais e disseminar o conhecimento a respeito da agroecologia e da produção orgânica (BRASIL, 2017) (Figura 4).

Figura 4. Produção de morango orgânico em substrato com fertirrigação, Domingos Martins, ES. Fonte: Acervo Graciandre Pereira Pinto, 2024.

Dentre os produtos orgânicos, o morango possui uma demanda especial da sociedade, pois geralmente é relacionada a ele uma reputação de fruta contaminada por agrotóxicos, o que gera insegurança para o consumidor (Fuzinatto *et al*., 2021). O fato que corrobora com os anseios da sociedade, é o nível de contaminação do morango com resíduos de agrotóxicos, que chega a 63,4%, perdendo apenas para o pimentão, com 91,8%. Pode-se associar o alto nível de contaminação do morango, com as suas características botânicas, que facilitam o acúmulo dessas substâncias (Pivoto, 2016).

Desta forma, a adesão ao cultivo orgânico ou sem agrotóxicos do morango vem crescendo em todo o Brasil, em decorrência dos benefícios desse tipo de produção, como a diminuição dos custos oriundos das compras de agrotóxicos e defensivos agrícolas, e do manuseio dessas substâncias nocivas que podem causar sérios problemas de saúde aos produtores que as utilizam (Fiedler *et al*., 2020).

Lima (2015) reforça a eficiência do cultivo orgânico do morango, pois após avaliar a qualidade pós-colheita e os níveis de resíduos de morangos oriundos dos sistemas convencionais, integrados e orgânicos concluiu que os morangos produzidos em todos os sistemas se mostraram iguais quanto à qualidade pós-colheita, embora os morangos orgânicos se mostrem ser um alimento mais seguro, pois não se apresentam resíduos nocivos à saúde.

Entende-se também que o sistema de cultivo, alinhado a variedade em cultivo, tipo de solo e clima, entre outros fatores, pode interferir na qualidade dos frutos, principalmente nas propriedades físicas e químicas (Andrade *et al*., 2017). Pensando nisto, Santos *et al*. (2020), analisou morangos de sistemas orgânicos e tradicionais de uma mesma localidade. Concluiu que os morangos produzidos no sistema de produção orgânica apresentaram maior massa fresca, comprimento e largura, resultando em frutos maiores. Foi observado também menores valores de acidez e sólidos solúveis, e maiores valores de pH e teor de vitamina C nos frutos produzidos em sistema de produção orgânica. Os resultados apresentados pelos autores corroboram com a afirmativa que o cultivo orgânico do morango, é mais rentável comparado com o cultivo tradicional.

O morangueiro pode ser atacado por diversas pragas, incluindo pulgões, thrips (ou tripes), lagartas e ácaros, que limitam o rendimento das plantações

forçando os agricultores à adoção de medidas para reduzir o prejuízo, sem deixar de garantir a qualidade dos frutos, mesmo não utilizando produtos tóxicos (Fagundes *et al*., 2024).

Dentre as principais pragas que atacam o morango, pode-se destacar o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch, 1836) como a principal praga agrícola de interesse comercial (Moraes, Flechtmann, 2008; Fagundes *et al*., 2023). Esta praga possui a capacidade de causar perdas de até 80% da produção do morango (Karlec *et al*., 2016). Pode causar prejuízos ainda maiores se a infestação atacar as mudas de morangueiro, provocando atraso no desenvolvimento das plantas, enfraquecimento e diminuição na emissão dos estolões com consequente diminuição do número de mudas (Paes *et al*., 2015).

4. Ácaro-Rajado - *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

O ácaro-rajado (Figura 5) é uma praga que afeta diversas plantações, caracterizado por adultos de cor verde-amarelada com manchas escuras nas laterais. Ele ataca principalmente as folhas inferiores e médias das plantas, causando o amarelecimento das folhas devido à remoção dos cloroplastos, essenciais para a fotossíntese. Sua presença é mais comum em períodos de baixa chuva. Para controlá-lo, os agricultores geralmente recorrem ao uso de produtos químicos, especialmente avermectina[11]. No entanto, o uso excessivo e indiscriminado desses produtos pode levar à resistência da praga, tornando o controle mais difícil. Além disso, o uso de certos inseticidas para controlar outras pragas nas plantações de mamoeiro também pode contribuir para o aumento dos problemas com o ácaro-rajado, pois matam os seus inimigos naturais (Castilho *et al*., 2022).

Moraes e Flechtmann (2008) descrevem a morfologia externa do ácaro-rajado com as seguintes características. O *Tetranychus urticae* Koch pertence à classe Arachnida, subclasse Acari, ordem Trombidiformes e superordem Acariformes. Dentro da superordem Acariformes, ele integra a subordem Actinotrichida, que geralmente apresenta um sulco sejugal bem visível e papilas

[11] Composto orgânico produzido por certas cepas do fungo *Streptomyces avermitilis*. É amplamente utilizada como um antiparasitário e inseticida em diversas aplicações, tanto na medicina veterinária quanto na agricultura.

genitais. Suas pernas frequentemente exibem subdivisões ou fusões de segmentos; as coxas são sempre fundidas à face ventral do podossoma, frequentemente formando apódemas. O tritosterno está ausente.

Figura 5. Fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Fonte: Van Petegem *et al*., 2016.

Este ácaro, para esses mesmos autores, pertencente também à ordem Prostigmata, tem um comprimento de 0,1 a 16 mm na fase adulta. O idiossoma[12] é geralmente fracamente esclerotizado e dividido em duas regiões, propodossoma e histerossoma, pelo sulco sejugal. O prodorso possui de 3 a 6 pares de setas simples e 0 a 2 pares de setas especiais, chamadas tricobótrios ou órgãos sensoriais, que são implantadas em uma cavidade distinta chamada botrídio.

O gnatossoma é geralmente bem evidente. As quelíceras podem ser queladodenteadas, mas frequentemente o dígito fixo é reduzido e sem dentes, enquanto o dígito móvel é estiletiforme. O palpo varia extremamente em forma, apresentando de 1 a 5 segmentos. Quando presentes, os estigmas se localizam junto à base das quelíceras, na base do gnatossoma ou na margem látero-anterior do propodossoma. As pernas podem apresentar fusão de segmentos e

[12] Área do citoplasma modificado que circunda o centrossomo.

tricobótrios. O ambulacro é composto por duas unhas (estruturas laterais) e um empódio (estrutura mediana), que às vezes está ausente. Unhas e empódio podem ser unciformes ou almofadados (Moraes; Flechtmann, 2008).

Esses mesmos autores também caracterizaram os ovos com diferentes formas, tais como esférica, ovoide, cilíndrica ou globosa, podendo também variar em cor, incluindo tonalidades de verde, laranja e vermelho. A larva recém-nascida foi descrita como incolor e translúcida; porém, desenvolve manchas ocelares vermelhas à medida que se alimenta, mudando gradualmente sua coloração para tons de verde. As ninfas foram relatadas como maiores que as larvas e apresentam mudanças de cor durante seu desenvolvimento, com diferenças entre as que darão origem às fêmeas e aos machos.

Foi explicado que a coloração dos ácaros, em grande parte, é determinada pelo conteúdo do ventrículo, podendo apresentar padrões pontuados e rajados devido ao seu enchimento parcial. Foi indicado que a fêmea adulta possui características específicas, incluindo um idiossoma sacular com comprimento de 0,4 a 0,5 mm, enquanto o macho é menor e possui um opistossoma afilado. Ambos possuindo dois pares de ocelos dorsolaterais no propodossoma, além de setas dúplices nos tarsos I e II, com bases coalescentes. A área genital e terna da fêmea foi descrita como apresentando ondulações radiais ao redor da vulva, enquanto o edeago do macho, de forma esclerotizada e variável entre espécies, é fundamental para a identificação taxonômica (Moraes; Flechtmann, 2008).

Castilho *et al*. (2022) destacam que recentemente, foram observadas mudanças notáveis na cor e comportamento do ácaro-rajado durante a época seca, o que se assemelha a um processo chamado diapausa. Isso significa que os ácaros estão tentando entrar em um estado de dormência para sobreviver às condições adversas do clima. No entanto, essas mudanças parecem ser diferentes do que ocorre em outras regiões do mundo. Essas alterações têm causado danos evidentes, embora os ácaros alaranjados observados durante esse período aparentemente se alimentem muito pouco. Isso pode ser devido à alta concentração desses ácaros em áreas específicas das plantas, o que causa danos localizados.

No cultivo tradicional, o ácaro-rajado é combatido com produtos acaricidas sintéticos à base de NIM (azadiractina), ácaros predadores e fungo

entomopatogênico (Paes *et al*., 2015). Porém, devido ao curto período de vida, alto potencial reprodutivo e uso inadequado de acaricidas sintéticos, foi registrada resistência a 96 ingredientes ativos de acaricidas em populações de ácaro-rajado, principalmente abamectina e fenpiroximato. Assim, torna-se essencial a busca por métodos fitossanitários, que são menos propensos ao desenvolvimento de resistência, e menos prejudicial à saúde humana e ao ambiente (Karlec *et al*., 2016; Takeda *et al*., 2020).

5. Óleo essencial como alternativa acaricida

Diversos autores apresentam como principal alternativa fitossanitária e orgânica para o combate ao ácaro-rajado a utilização de óleos essenciais e extratos vegetais (Paes *et al*., 2015; Pavela *et al*., 2016; Holtz *et al*., 2017; Araújo *et al*., 2020; Ataíde *et al*., 2020; Takeda *et al*., 2020; Susurluk, 2023; Lima *et al*., 2024). Os produtos fitossanitários botânicos oferecem várias vantagens em comparação com os acaricidas químicos sintéticos. Eles se degradam rapidamente no ambiente, sendo menos persistentes e, portanto, reduzindo seu impacto sobre organismos benéficos e não-alvo. Além disso, geralmente têm baixa toxicidade para mamíferos e são derivados de fontes renováveis.

Destaca-se também que o desenvolvimento de resistência por parte dos artrópodes aos extratos de plantas é um processo lento, devido à complexidade desses compostos, que consistem em várias substâncias bioativas. As substâncias encontradas e isoladas nos produtos naturais também têm sido utilizadas como modelos para a semissíntese de agentes acaricidas, auxiliando nas pesquisas de controle de pragas (Paes *et al*., 2015).

Neste sentido, já são utilizados como pesticidas alternativos os ingredientes e aditivos alimentares, como hidroxipropil, amido e ésteres de propilenoglicol de ácidos graxos, que atuam fisicamente para inibir a respiração e o comportamento de artrópodes herbívoros (Takeda *et al*., 2020). Vale ressaltar que, os efeitos tóxicos dos extratos e óleos essenciais sobre os ácaros geralmente são alcançados por meio de contato, ingestão ou inalação (Holtz *et al*., 2016).

Araújo *et al*. (2020) avaliaram os efeitos de três óleos essenciais, incluindo o da pimenta rosa (*S. terebinthifolius*), no ácaro-rajado (Figura 6).

Figura 6. Pimenta Rosa (*Schinus terebinthifolius Raddi*). Fonte: Acervo Gilmara da Silva Rangel, 2024.

Os testes revelaram 43 compostos nos frutos verdes e maduros da pimenta rosa, apresentando 96,7% e 98,5% do total de óleos, respectivamente. Além disso, os resultados indicaram que o limoneno foi o principal componente em ambos os óleos (42,5% no óleo de fruta verde e 34,1% no óleo de frutas maduras). Os testes apresentaram toxicidades significativas para *Tetranychus urticae* por contato residual. Ademais, os autores descobriram que o óleo do fruto maduro é mais eficiente por contato residual do que certos constituintes individuais, como α-terpineol e terpinoleno, reforçando a teoria da sinergia construtiva entre os compostos orgânicos (Araújo *et al*., 2020).

Ataíde *et al*. (2018) também caracterizaram e testaram a capacidade acaricida de óleo essencial do gengibre (*Zingiber officinale*) no ácaro-rajado. Na caracterização, o óleo apresentou 26 compostos, dos quais as maiores concentrações foram: Zingibereno (17,21%), Geranial (16,46%) e o Campheno (10,19%), como pode ser visto na Tabela 1. Nos testes de toxicidade, relataram

toxicidade de 100% sobre as fêmeas de T. *urticae* na concentração 20 µL/ml, e exibiu uma CL50 e CL90 de 3,38 (µl/ml ar) e 13,30 (µl/ml ar), respectivamente.

Tabela 1. Composição química do Óleo Essencial de gengibre (*Z. officinale*)

Pico	IR Calculado	IR teórico	Constituintes	Área Relativa (%)
1	934	939	α-Pineno	3,24
2	948	53	**Campheno**	**10,19**
3	975	980	β-Pineno	0,63
4	991	991	beta-Myrcene	2,42
5	1000	1005	alpha-Phellandreno	0,45
6	1027	1031	beta-Phellandreno	9,45
7	1030	1033	1,8-Cineole	3,88
8	1047	-	NI	0,18
9	1086	-	NI	0,35
10	1092	-	NI	0,22
11	1098	1098	Linalool	0,78
12	1154	1153	Citronellal	0,52
13	1164	1165	Borneol	0,82
14	1188	1189	α-terpineol	0,55
15	1229	1228	Citronellol	1,38
16	1240	1240	Neral	8,85
17	1255	1255	Geraniol	1,75
18	1270	1270	**Geranial**	**16,46**
19	1291	1291	undecan-2-one	0,7
20	1353	1354	citronelllylacetate	0,39
21	1372	-	NI	0,28
22	1383	1383	Geranylacetate	2,05
23	1480	1483	alpha-Curcumene	0,64
24	1493	1495	**Zingibereno**	**17,21**
25	1505	1508	E,E-.alpha.-Farneseno	9,72
26	1521	1521	beta -Sesquiphellandreno	6,89

Fonte: Ataíde *et al*., 2018.

Marafeli *et al*. (2014) avaliaram o extrato de diversas partes do abacateiro (P. *americana*), casca, caroço e folhas no ácaro-vermelho (*Oligonychus ilicis*). Os resultados indicaram que os extratos feitos a partir da casaca e das folhas apresentaram maior mortalidade em fêmeas adultas de O. *ilicis*. Os extratos apresentaram também diferença na influência de ovoposição dos ácaros predadores (*Amblyseius herbicolus*) comparado ao ácaro rajado, permitindo a recomposição da população do A. *herbicolus*. Rodríguez-López *et al*., (2017) ao caracterizarem o extrato de abacate, apresentam que a principal constituição são as Acetogeninas. Esses compostos que possuem alta bioatividade como inseticida, inibidor de acetil-CoA carboxilase, produtor de óxido nítrico e superóxido nas células, bem como pró-apoptótico nas células, indicando que a capacidade pesticida dos extratos é proveniente destas moléculas.

6. Considerações

Dada a importância nutricional, social e econômica do morango, especialmente do morango orgânico no Brasil e no Espírito Santo, é evidente que a sociedade está valorizando cada vez mais os alimentos não processados, naturais e saudáveis. A busca por uma alimentação saudável visa refletir um estilo de vida que promova a saúde e o bem-estar.

Esse comportamento se estende também ao campo, onde a maioria das plantações de morango orgânico pertence à agricultura familiar. Essa prática reflete uma preocupação com a saúde dos agricultores, pois a utilização de pesticidas sintéticos não só afeta a saúde dos consumidores, mas também prejudica a saúde dos próprios agricultores, além de trazer outros malefícios.

Entretanto, não se pode ignorar os prejuízos financeiros que as pragas, especialmente o ácaro-rajado no morangueiro, podem causar. A utilização de acaricidas sintéticos, embora eficiente, traz vários prejuízos: não são seletivos, matam outras populações de ácaros, estimulam o desenvolvimento de resistência aos princípios ativos e têm um alto custo de aquisição.

Como resposta a esses problemas, diversos pesquisadores apontam para a utilização de produtos fitossanitários como alternativa acaricida. Esses produtos se destacam pela alta eficiência, baixo custo, fácil aplicação, dificuldade de desenvolvimento de resistências nos ácaros e baixa interação com a saúde humana. Além disso, o controle natural e agroecológico são fundamentais para a saúde humana e ambiental, promovendo um equilíbrio ecológico e reduzindo a dependência de produtos químicos sintéticos.

No Espírito Santo, os óleos essenciais de gengibre, pimenta-rosa e o extrato de abacate se destacam como alternativas acaricidas. Esses óleos já demonstraram alta eficiência acaricida, e o extrato de abacate também se apresenta como uma possível opção devido à sua composição pesticida. É importante ressaltar que a matéria-prima desses três produtos é abundante no estado, sendo culturas já implantadas, o que facilita a viabilidade da adoção dessa prática.

A adoção de métodos de controle natural e agroecológico reflete uma abordagem estratégica de gestão ambiental, pois integra práticas que minimizam

o uso de insumos químicos, preservando os recursos naturais e reduzindo impactos e externalidades negativos ao ecossistema. Além de promover a qualidade do solo, da água e da biodiversidade, essas práticas garantem a sustentabilidade em longo prazo da produção agrícola, ao mesmo tempo em que respeitam os ciclos naturais e a regeneração do meio ambiente.

Essa forma de manejo equilibra as necessidades produtivas com a conservação ambiental, cumprindo um papel fundamental na transição para uma agricultura mais responsável e resiliente frente às mudanças climáticas. Além disso, o uso de óleos essenciais, que podem ser produzidos pelos próprios agricultores, reduz a dependência de insumos externos e diminui o custo de produção, tornando a atividade ainda mais sustentável e acessível. Dessa maneira, os produtores têm a oportunidade de adotar soluções eficazes, ao mesmo tempo em que fortalecem sua autonomia e diminuem os impactos ambientais negativos.

7. Referências

ANDRADE, C. A. W.; MIGUEL, A. C. A.; SPRICIGO, P. C.; DIAS, C. T. S.; JACOMINO, A. P. Comparison of quality between organic and conventional strawberries from multiple farms. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 2, p.1-9, 2017.

AGUT, B.; PASTOR, V.; JAQUES, J. Á.; FLORS, V. Can plant defense mechanisms provide new approaches for the sustainable control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*? **Int J Mol Sci.,** v. 19, n. 2, p. 614, 2018. DOI:10.3390/ijms190 20614.

AVELINO, L. D.; PORTELA, G. L. F.; GIRÃO FILHO, J. E.; MELO JUNIOR, L. C. de. Repelência de óleos essenciais e vegetais sobre pulgão-preto *Aphis craccivora* Koch na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Verde**, n. 14, n. p. 21-26, 2019. DOI:10.18378/rvads.v14i1.5981.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; BONOW, S. **Morango:** produção aumenta ano a ano. 2021. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/ 1131057/1/Antunes-Anuario-HF-2021-pag-87.pdf. Acesso em: 26 mar. 2024.

ARAÚJO, M. J. C.; CÂMARA, C. A. G. da; BORN, F. D. S.; MORAES, M. M. de. Acaricidal activity of binary blends of essential oils and selected constituents against *Tetranychus urticae* in laboratory/greenhouse experiments and the impact on *Neoseiulus californicus*. **Exp Appl Acarol,** v. 80, n. 3, p. 423-444, 2020. DOI: 10.1007/s10493-020-00464-8.

ATAIDE, J. O.; HUVER, A.; DEOLINDO, F. D.; HOLTZ, F. G.; ZAGO, H. B.; MENINI, L. Avaliar a atividade acaricida dos óleos essenciais de *Zingiber officinale* e *Rosmarinus officinalis* por fumigação sobre fêmeas de *Tetranychus urticae*. **Acta Ambiental Catarinense**, [*s. l.*], v. 15, n. 2, ed. 1, p. 57-65, 2018.

BRASIL. Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica. **Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PLANAPO**. Brasília, DF: MDS; CIAPO, 2017. ISBN: 978-85-7811-309-4.

CASTILHO, R. de C.; SANTOS, R. A.; LIMA, A. L.; SILVA, C. A.; RIBEIRO, A. L.; FERREIRA, C. F.; MARTINS, D. DOS S.; VENTURA, J. A. Ácaros do mamoeiro: manejo e controle. In: Publicação em Anais de Congresso. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 8., Linhares, ES. Papaya Brasil: produção e sustentabilidade. Organizadores, David dos Santos Martins e José Aires Ventura. Vitória, ES: Incaper, 2022. **Anais...** Linhares, ES: Incaper, 2022. p. 114-119., 2022.

CERUTTI, P. H.; SANTOS, M. DOS; GEMELI, M. S.; ADAMS, C. R.; PEREIRA, T. C. V. Desafios do cultivo de morangueiro no Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 236-252, 2018. DOI: https://doi.org/10.30945/rcr-v20i2.305

DUCHESNE, N.A. **Historie Naturelle des Fraisers**. Paris: A Paris, 1766. 142 p.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Espírito Santo 2030 – Plano de Desenvolvimento**. Vitória, 2013.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura: PEDEAG 3 2015 - 2030**. Vitoria, ES: Seag, 2016. 206 p.

FAGUNDES, J. P. R.; GOBBI, P. C.; DUARTE, A. da F.; BONOW, S.; CUNHA, U. S. Antibiosis of strawberry genotypes to the spotted spider mite. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 54, n. 01, ed. 20210677, 2023. DOI http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210677. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/rnQRQwxLmqw5XqSS SYgmwgF/?lang=en&format=pdf. Acesso em: 5 maio 2024.

FERLA, N. J.; MARCHETTI, M. M.; GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp., Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 103-110, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/bn/v7n2/a12v07n2.pdf . Acesso em: 27 mar. 2024.

FIEDLER, L.; ZACHOW, M.; DOTTO, M. L. G.; TAGLIAPIETRA, O. M.; BERTOLINI, G. R. F. Produção e mercados do morango orgânico no município de Cascavel (PR). **Revista de Extensão e Estudos Rurais**, v. 9, n. 1, p. 40-59, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.36363/rever91202040 – 59. Acesso em: 13 maio 2024.

FUZINATTO, N. M.; GONÇALVES, M. V. P.; OLIVEIRA, L. G. F.; SANTOS, A. L. P.; REZENDE, F. C.; RODRIGUES, R. H. Análise de viabilidade financeira da

produção orgânica de morangos para comercialização local. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente–RAMA**. Maringá, v. 14, n. 1, p. 177-189, 2021.

GALEANO, E. A. V.; COSTA, A. F.; VENTURA, J. A.; DIAS, R. Q.; PADOVAN, M. P. **Cadeia produtiva do morango no Espírito Santo**. Vitória-ES: INCAPER, 2022. 138 p. ISBN 978-85-89274-39-5. DOI: 10.54682/livro.9788589274395. Disponível em: https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4311/1/Cadeia-Produtiva-Morango-Incaper.pdf. Acesso em: 22 abr. 2024.

GONÇALVES, L. F.; SILVA, C. C.; OLIVEIRA, J. H.; MOREIRA, L. A. Uso da emergia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, ed. 2, p. 9-22, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180724080249id_/https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/viewFile/1110/pdf_1. Acesso em: 22 abr. 2024.

HOLTZ, A. M.; RONDELLI, V. M.; PAULO, H. H.; FRANZIN, M. L.; BOTTI, J. M. C.; SANTOS, V. V.; PRATISSOLI, D. Toxicidade de extratos de pinhão manso ao ácaro-rajado, Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae). **MAGISTRA**, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 74-80, 2017. Disponível em: https://periodicos.ufrb.edu.br/index.php/magistra/ article/view/3738. Acesso em: 8 maio. 2024.

KARLEC, F.; DUARTE, A. D. F.; OLIVEIRA, A. C. B. D.; CUNHA, U. S. D. Development of *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE) in different strawberry cultivars. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, p. e-171, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/0100-29452017171

LIMA, K. F.; PIROVANI, V. D.; PARREIRA, L. A.; SANTOS, M. F. C.; SANTOS, K. M. P.; ABREU, L.; MENINI, L. Management potentiality of emulsions based on essential oil of Piper macedoi and Piper arboreum for spider mite: a possible alternative for agroecological control, **Natural Product Research**, 2024. DOI: 10.1080/14786419.2024.2330505.

LIMA, M. A. “Qualidade e Segurança Do Morango Produzido Nos Sistemas Convencional, OrgâNico e Produção Integrada.” **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 4, 2015.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção Integrada**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/produ cao-integrada>. Acesso em: 30 abr. 24

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Lei N° 10.831, de 23 de dezembro de 2003** que dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/leis/2003/L10. 831.htm.

MARAFELI, P. P.; ABREU, F. A.; SILVA, R. A.; REIS, P. R.; SOUZA-PIMENTEL, G.C.; REZENDE, C. M.; LUZ, E. C. A. Efeito do extrato de abacateiro sobre ácaros em cafeeiro. In: 40º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2014, Serra Negra - SP. **Trabalhos Apresentados**... 2014. p. 300-302.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia:** acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, 2008. 308 p. ISBN 978-85-86699-62-7.

NARDI, F. S.; CHIOMENTO, J. L. T.; TRENTIN, N. S.; TRENTIN, T. S.; BASÍLIO, L. S. P.; LIMA, G. P. P.; CALVETE, E. O. Dinâmica entre fungos micorrízicos arbusculares e fósforo no cultivo do morangueiro em substrato: uma revisão narrativa. **OPEN SCIENCE RESEARCH**, [s. l.], v. VIII, p. 24-38, 2022. DOI 10.37885/221110917. Disponível em: https://www.editoracientifica.com.br/articles/ code/221110917. Acesso em: 5 maio 2024.

NWANADE, C. F.; WANG, M.; WANG, T.; YU, Z.; LIU, J. Botanical acaricides and repellents in tick control: current status and future directions. **Exp Appl Acarol**. v. 81, n. 1, p. 1-35, 2020. DOI:10.1007/s10493-020-00489-z.

NUNES, G.; NOVELLO, D. Morango (Fragaria x Ananassa Duch): produtividade, composição química, nutricional e sensorial. **Revista Valore**, v. 6, p. 6002, 2021.

PAES, J. P. P.; RONDELLI, V. M.; COSTA, A. V.; VIANNA, U. R.; QUEIROZ, V. T. Caracterização Química e efeito do óleo essencial de erva-de-santa-maria sobre o ácaro-rajado de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 2, p. 346-354, 1 jun. 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-057/14. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-057/14. Acesso em: 26 mar. 2024.

PAVELA, R.; STEPANYCHEVA, E.; STEPANYCHEVA, A.; CHERMENSKAYA, T.; M. P. M. Essential oils as prospective fumigants against *Tetranychus urticae* Koch. **Industrial Crops and Products**, [*s. l.*], v. 94, p. 755-761, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.050. Disponível em: http://dx.doi.org/10. 1016/ j.indcrop.2016.09.050. Acesso em: 26 mar. 2024.

REHMAN, R.; BAKHT, J.; ALI, F.; KHALIL, A.; RAHMAN, M.; NISAR, M.; BILAL, M.; BIBI, H.; NASEEM, S.; ALI, S.; SADIQ, M.; AHMED, M.; WAGNER, M.; AHMED, I.; JABEEN, F. Biosynthesis of essential oils in aromatic plants: A review. **Food Reviews International**, v. 32, n. 2, p. 117-160, 2016.

SALEHIPOURSHIRAZI, G.; BRUINSMA, K.; RATLAMWALA, H.; DIXIT, S.; ARBONA, V.; WIDEMANN, E.; MILOJEVIĆ, M.; JIN, P.; BENSOUSSAN, N.; GÓMEZ-CADENAS, A. Rapid specialization of counter defenses enables two-spotted spider mite to adapt to novel plant hosts. **Plant Physiol**. v. 187, n. 4, p. 2608-2622, 2021. DOI:10.1093/plphys/kiab412.

RODRÍGUEZ-LÓPEZ, C. E.; HERNÁNDEZ-BRENES, C.; TREVIÑO, V.; LA GARZA, R. I. D. Avocado fruit maturation and ripening: dynamics of aliphatic acetogenins and lipidomic profiles from mesocarp, idioblasts and seed. **BMC**

Plant Biology, [s. l.], v. 17, ed. 159, p. 1-23, 2017. DOI: 10.1186/s12870-017-1103-6. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12870-017-1103-6. Acesso em: 7 maio 2024.

SANTOS, A. T. B.; DIAN, V. S.; PARREIRA, L. A.; LOURENÇO, M. P.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; DE JESUS, E. G.; SANTOS, M. F. C.; MENINI, L. *Aphid Cerosipha* forbesi control using *Piper macedoi* Yunck essential oil in strawberry crop. **Nat Prod Res.** p. 1-6, 2023. DOI:10.1080/14786419.2023.2214832.

SOARES, G. C.; VIEIRA, F. G. A.; CARVALHO, R. M. M. Extração E Caracterização Das Propriedadesfísico-Químicas Do Óleo De Amendoim Através Doplanejamento Fatorial. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 13, p. 103-113, 2021. DOI: https://doi.org/10.22407/1984-5693.2021.v13.p.103-113. Disponível em: https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/revistapct/article/view/1961/1956. Acesso em: 8 maio 2024.

SUSURLUK, H. Potential use of essential oils from *Origanum vulgare* and *Syzygium aromaticum* to control Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) on two host plant species. **PeerJ**, v. 11, p. e14475, 2023.

TAKEDA, N.; TAKATA, A.; ARAI, Y.; SASAYA, K.; NOYAMA, S.; WAKISAKA, S.; GHAZY, N. A.; VOIGT, D.; SUZUKI, T. A vegetable oil–based biopesticide with ovicidal activity against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. **Engineering in Life Sciences,** [s. l.], v. 20, ed. 11, p. 525-534, 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/elsc.202000042. Disponível em: https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/elsc.202000042. Acesso em: 27 mar. 2024.

VAN PETEGEM, K. H. P.; ALEXANDER, J. A.; LALONDE, R. G.; BOOTH, W.; SCHMIDT, J. H.; SHROFF, R.; RIVERA, A. M.; LARSEN, K. D.; GOLDFISHER, D. D.; HODGSON, S. L.; LEWIS, S.; RICHARDSON, K. M.; HAYES, J. P.; WHITNEY, D. E.; RUSSO, D.; NOACK, R. S.; KRAUSE, T. M.; MORTON, J. S.; RILEY, K. K.; WILLIAMS, J. B. Metabolic adaptations in a range-expanding arthropod. **Ecology and Evolution**, v. 6, n. 18, p. 6556-6564, 2016. DOI: 10.1002/ece3.2350. Acesso em: 05 maio 2024.