

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Dissertação

Resistência de genótipos de morangueiro ao ácaro-rajado

João Pedro Robe Fagundes

Pelotas, 2021

João Pedro Robe Fagundes

Resistência de genótipos de morango ao ácaro-rajado

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência (Área de conhecimento: Entomologia)

Orientador: Uemerson Silva da Cunha

Pelotas, 2021

Banca examinadora:

Dr. Uemerson Silva da Cunha (Orientador)

Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de São Paulo

Dr. Daniel Bernardi

Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de São Paulo

Dra. Maria Aparecida Cassilha Zawadneak

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná

Dr. Sandro Bonow

Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras

Dedico este trabalho a minha família, principalmente aos meus pais, que com muito esforço me proporcionaram todo o suporte necessário para as batalhas diárias do mestrado. E a todos que colaboraram para que fosse possível realizar mais esta etapa em minha vida.

Agradecimentos

A minha família por todo apoio durante o tempo de mestrado, especialmente ao meu pai e minha mãe por terem me aguentado com minhas frustrações e também alegrias durante esse período. Além disto a minha namorada Mariana e sua família por todo apoio nesse período, sempre conversando e me recebendo de braços abertos, com todo apoio e carinho.

Ao professor Uemerson por toda confiança depositada e a todo auxílio prestado nas soluções de dúvidas e problemas que acompanharam os dois anos de mestrado. Ao Sandro Bonow por todo apoio e disponibilidade, e a família Bonemamm por ter disponibilizado a área em sua propriedade, sempre receptivos e proativos nas coletas e avaliações.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa, ao Programa de Pós-graduação em Fitossanidade pela oportunidade e a Embrapa Clima Temperado por toda estrutura oferecida e disponibilidade de material.

A todo pessoal envolvido do Laboratório de acarologia, Adriane pela força e dicas em tudo, sempre disponível para ajuda, ao Lucas pelas conversas e mates, e a Priscilla por todo apoio e parceria nesses dois anos, sempre junto e ajudando para que tudo desse certo até a defesa de dissertação.

Ao laboratório de entomologia da Embrapa, Indyra e Fabricio pela parceria, amizade, ajuda, conversas aleatórias (hehehe) e risadas, e além disso a Dra. Ana Paula, pelo apoio e dedicação, sempre preocupada e compromissada com os orientados.

E por fim a todos já citados pela amizade, sendo muito essencial pra mim e que levarei pro resto da vida, além das pessoas que tiveram alguma participação neste trabalho e em minha formação, deixo o meu agradecimento.

“Quando os ventos de mudanças sopram, umas pessoas levantam barreiras, outras constroem moinhos de vento.” (Érico Verissimo)

Resumo

FAGUNDES, João Pedro Robe. **Resistência de genótipos de morango ao ácaro-rajado**. Orientador: Uemerson Silva da Cunha. 2020. 53f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

No cultivo do morangueiro várias pragas podem comprometer a produção. Entre as estratégias que podem ser adotadas num programa de manejo integrado de pragas está a introdução de plantas resistentes, reduzindo o uso de químicos nas lavouras e ao mesmo tempo não deixando que a praga se estabeleça a níveis populacionais capazes de prejudicar a cultura. Uma das mais importantes pragas do morangueiro está o ácaro- *Tetranychus urticae* Koch. O ácaro-rajado causa injúrias ao se alimentar do conteúdo celular das folhas. Plantas severamente infestadas podem ser reconhecidas por manchas e bronzeamento das folhas e a presença de teias. A praga, quando não controlada, pode comprometer a produção e levar à morte de plantas. Com estas premissas, o objetivo da pesquisa foi a avaliação de parâmetros biológicos e comportamentais do ácaro-rajado, *T. urticae*, quando submetido a presença de diferentes genótipos nacionais e importado de morangueiro, com o intuito verificar se existem características de resistência presentes dentre estes genótipos. Foram realizados experimentos, sendo um de antixenose, avaliando também a presença de tricomas, e outro de antibiose, avaliando a biologia do ácaro-rajado, em condições de laboratório. Foi possível constatar que existe resistência entre os genótipos estudados. Os genótipos 35-22; 35-25; 35-06 são promissores quanto à manifestação de resistência do tipo antixenose, devido a constatação de baixos índices de alimentação e oviposição, porém, não sendo atrelados a densidade de tricomas não-glandulares nas folhas. Já a cultivar Camarosa e os genótipo 32-05 e 04-03 demonstraram resistência do tipo antibiose a *T. urticae*, pois afetaram negativamente os parâmetros reprodutivos do ácaro-rajado. Estas descobertas justificam investigações adicionais destinadas a detectar e quantificar outros fatores associados à resistência ao ácaro-rajado dos genótipos de morangueiro mais promissores.

Palavras-chave: Susceptibilidade; Ácaros fitófagos; Resistência a insetos; Tricomas.

Abstract

FAGUNDES, João Pedro Robe. **Resistance of strawberry genotypes to two spotted spider mite**. Advisor: Uemerson Silva da Cunha. 2020. 53f. Dissertation (Masters in Plant Health) - Postgraduate Program in Plant Health, Eliseu Maciel Agronomy Faculty, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

In strawberry cultivation, several pests can compromise production. Among the strategies that can be adopted in an integrated pest management program is the introduction of resistant plants, reducing the use of chemicals in crops and, at the same time, not allowing the pest to settle at population levels capable of harming the crop. One of the most important pests of the strawberry plant is the spider-mite - *Tetranychus urticae* Koch. The spider mite causes injuries by feeding on the cellular content of the leaves. Severely infested plants can be recognized by staining and browning of the leaves and the presence of webs. The pest, when not controlled, can compromise production and lead to plant death. With these premises, the objective of the research was the evaluation of biological and behavioral parameters of the spider mite, *T. urticae*, when subjected to the presence of different national and imported strawberry genotypes, in order to verify if there are any resistance characteristics present among these genotypes. Experiments were carried out, one of antixenosis, also evaluating the presence of trichomes, and the other of antibiosis, evaluating the biology of the spider mite, under laboratory conditions. It was possible to verify that there is resistance among the studied genotypes. Genotypes 35-22; 35-25; 35-06 are promising for the manifestation of antixenosis-type resistance, due to the finding of low feeding and oviposition rates, however, they are not linked to the density of non-glandular trichomes in the leaves. The cultivar Camarosa and the genotypes 32-05 and 04-03 showed antibiosis-type resistance to *T. urticae*, as they negatively affected

the reproductive parameters of the spider mite. These findings warrant further investigations aimed at detecting and quantifying other factors associated with spider mite resistance of the most promising strawberry genotypes.

Keywords: Susceptibility; Phytophagous mites; Insect resistance; Trichomes.

Lista de Figuras

Artigo 1

- Figura 1 Densidade de tricomas (mm^2) tectores no genótipo 04-03 (a) e 33-02 (b) observados em microscópio no aumento de 10x.....31

Lista de Tabelas

Artigo 1

- Tabela 1 Número médio de fêmeas (\pm erro padrão) por genótipo em diferentes horas após a liberação (HAL).....29
- Tabela 2 Número médio de ovos (\pm erro padrão) 24 horas após a liberação de *T. urticae* em laboratório, e número médio de tricomas não glandulares (\pm erro padrão) em mm², para cada genótipo.....30

Artigo 2

- Tabela 1 Duração dos períodos imaturos e adulto em dias (\pm erro padrão), sob condições controladas ($25^{\circ} \pm 3^{\circ}$; $70\% \pm 10\%$; Fotoperíodo de 12 horas), em laboratório.....44
- Tabela 2 Razão sexual e duração dos períodos ovo-adulto, pré-oviposição e oviposição (\pm erro padrão), junto ao total médio de ovos depositados pelas fêmeas, em cada genótipo.....45
- Tabela 3 Sobrevivência (%) das diferentes fases do ácaro-rajado em laboratório, quando submetidos a diferentes genótipos.....46

Sumário

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introdução Geral | 13 |
| 2. Artigo 1 - Antixenose de genótipos de morangueiro a <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae) | 20 |
| Introdução | 21 |
| Material e métodos..... | 22 |
| Resultados | 23 |
| Discussão | 24 |
| Agradecimentos | 25 |
| Referências..... | 25 |
| 3. Artigo 2- Antibiose de genótipos de morangueiro ao ácaro-rajado | 32 |
| Introdução | 34 |
| Material e métodos..... | 35 |
| Resultados e discussão | 37 |
| Conclusão | 39 |
| Referências..... | 39 |
| Declaração de conflito de interesses | 42 |
| Agradecimentos | 42 |
| Contribuição dos autores | 42 |
| 4. Considerações finais | 46 |
| 5. Referências Gerais | 47 |

1. Introdução Geral

O morango (*Fragaria x ananassa*) teve sua origem registrada na Europa, mais especificamente, na França, obtido da união de duas espécies americanas em 1750, *F. chiloensis* (Mill.) e *F. virginiana* (Duch), devido ao seu cultivo se dar em paralelo uma à outra (VAUGHAN; GEISSLER, 1997). Seus descendentes produziam frutos com aroma e cor avermelhada distinta, bem diferentes dos frutos esbranquiçados produzidos pela espécie *F. chiloensis* (JONES, 1995). Além de seu sabor, aroma único e importância para saúde humana, a cultura também tem destaque no setor comercial e econômico abrangendo diferentes mercados, *in natura* ou através de processados (polpa, geleias e sucos), tornando-a muito estudada no ponto de vista agrônomo (GIAMPIERI et al., 2012; MADAIL, 2016).

A produção mundial em 2019 atingiu 12.106.585 ton em um total de 522.527 ha, distribuídos em diferentes países produtores, entre eles, Argentina, México, Brasil, Espanha, França, Estados Unidos da América, Guatemala, Alemanha, Polônia, Reino Unido, Chile e Equador, abrangendo diferentes continentes. O Brasil, tem uma produção estimada em 165.440 ton, distribuídas em aproximadamente 4.500 ha (COLL et al., 2006; ANTUNES et al., 2015; FAO, 2020). Entre os Estados brasileiros produtores de morango encontram-se, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, São Paulo, Distrito Federal e Rio Grande do Sul, o qual apresentou uma produção em 2020 de 21.763 ton, distribuídas em 518 ha atingindo uma produtividade média de 30 ton/ha. (ANTUNES; BONOW; REISSER JUNIOR, 2020)

A planta de morangueiro, embora perene, é cultivada pelos produtores como anual, devido a caracteres de sanidade e de fisiologia (RONQUE, 1998), sendo divididas em três grupos distintos, dias curtos, neutros e longos, onde geralmente são produzidas em ambientes de clima temperado, uma vez que a temperatura e o

fotoperíodo se mostram determinantes para a produção (DUARTE FILHO et al., 1999; WREGGE et al., 2007). Englobado na família das rosáceas, o morango é caracterizado como pseudofruto, originando-se de uma única flor com vários ovários, em que, cada ovário produz uma fruta, representados por pontuações pretas, os aquênios, considerados os frutos verdadeiros (ANTUNES; CARVALHO; DOS SANTOS, 2011).

O sistema radicular é provido de duas diferentes raízes, do tipo adventícias (primárias), com função de reserva para as plantas (além de absorção de água e nutrientes), e fasciculadas (secundárias), que sobrepõem as principais (GALLETTA; BRINGHURST, 1990). Tais estruturas se localizam em maioria (95%) nas camadas iniciais da superfície do solo (até 22 cm), podendo chegar a um comprimento total que varia de 50 a 60 cm, sendo continuamente renovadas (RONQUE, 1998; PIRES et al., 1999).

A cultura pode ser produzida de diferentes formas, sendo elas, diretamente no solo ou em substrato, com auxílio ou não de um sistema protegido (estufas, tuneis altos e baixos), além de outras técnicas, como a introdução do “mulching”, conhecido como técnica de cobertura do solo a ser cultivado com o auxílio de plástico, geralmente de coloração preta, que facilita o controle de daninhas, além, de reduzir o consumo de água e manter as plantas mais limpas e conseqüentemente saudias para uma posterior comercialização (NEGREIROS et al., 2005; PAGOT et al., 2005; PORTELA; PEIL; ROMBALDI, 2012; PICOLOTTO et al., 2016).

A presença de pragas é considerada um dos principais fatores da perda de produção nas safras de morango brasileiras, necessitando de um bom manejo afim de evitar danos severos. Entre elas, se destacam pulgões (*Chaetosiphon fragaefolli* (Cockerell) (BENATTO; PENTEADO; ZAWADNEAK, 2019) e *Aphis forbesi* (Weed) (BENATTO et al., 2021)), tripes (*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (ABDELMAKSOUUD et al., 2020)), broca-das-frutas (*Lobiopa insularis* (Castelnau) (GRECO et al., 2017)), lagartas (*Duponchelia fovealis* (Zeller) (PIOTEVIN et al., 2018)), moscas (grupo *fungus gnats* (DUARTE et al., 2021) e *Drosophila suzukii* (Matsumura) (BERNARDI et al., 2017)) e também os ácaros fitófagos, extremamente importantes devido ao seu alto potencial reprodutivo (BOTTON et al., 2016; DUARTE et al., 2018). Entre os ácaros causadores de danos a cultura do morango destacam-se, *Phytonemus pallidus* (Banks), conhecido como ácaro-do-enfezamento-do-morangueiro e o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* (Koch), cosmopolita e polífago

considerado o ácaro-praga mais importante no mundo, pertencente à família Tetranychidae. (MORAES; FLECHTMANN, 2008)

Esta família, dos tetraniquídeos, compreendem grande número de espécies de ácaros estritamente fitófagos. Na literatura brasileira são conhecidos como “ácaros-de-teia” e, já no exterior, como “*spider mites*”, devido o comportamento de muitas espécimes em produzir quantidade variável e abundante de teia, utilizadas para estabelecer um microclima próprio para o seu desenvolvimento, obtendo função protetora contra predadores e demais agentes abióticos, e também como veículo de auxílio a dispersão e comunicação (via feromônios) (GERSON, 1985; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O ácaro-rajado já foi registrado atacando diferentes culturas distribuídas pelos continentes (CABI, 2021), tendo como preferência a reprodução em ambientes secos (baixo volume de chuva) e com temperatura elevada (FADINI; PALLINI; VENZON, 2004). Quando presente na lavoura, são responsáveis por comprometer a qualidade dos frutos alterando a fisiologia das plantas, assim como sua produção, ou até mesmo, ocasionando sua morte, o que confirma o status de praga mais importante do morangueiro (RINCON et al., 2019).

O monitoramento se baseia na observação com auxílio de lupa (20x), sendo considerado aliado ao produtor para tomada de decisão e estratégia de manejo. A realização da amostragem deve ocorrer uma a duas vezes na semana, com número de pontos variando de acordo com o tamanho da área de cultivo (indicado uma planta monitorada a cada 10 metros de canteiro) e tem como nível de controle (para utilização de químicos) a presença de mais de 5 ácaros-rajado por folíolo. Porém, sendo o foco a utilização de controle biológico deve-se considerar a presença de até 5 exemplares do indivíduo (BERNARDI et al, 2010; BERNARDI et al.,2015).

A alimentação do ácaro-rajado, se dá na parte inferior das folhas, onde sugam o conteúdo celular do mesófilo, especificamente a clorofila, ocasionando clorose, com posterior seca e queda das mesmas, alterando os índices de fotossíntese e transpiração das plantas (BERNARDI et al., 2010).

Durante seu ciclo de vida, o ácaro passa por 5 estágios, sendo eles, ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto, com duração variada em função da temperatura. O período ovo-adulto, a 25° C, tem em média 10 dias, podendo chegar a 7 dias em temperaturas mais elevadas (30°C) e com baixa umidade relativa (abaixo de 60%) TANAKA et al., 2000; ZHANG, 2003; NICASTRO; SATO, 2008). Quanto a sua

morfologia, as fêmeas possuem comprimento maior (0,46 mm) em relação ao macho (0,25 mm), apresentando cerdas extensas e corpo de coloração amarelo esverdeada, com duas manchas rajadas escuras na lateral presentes, também presentes no macho (FLECHTMANN, 1985; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Os ovos têm aspecto esférico, de coloração amarelada, sendo depositados nas teias ou diretamente na folha (face abaxial), quando eclodidos dão origem as larvas, as quais apresentam 3 pares de pernas, o que as diferenciam da fase de deutoninfa e protoninfa (4 pares de pernas), e também dos adultos. A diferença entre as fases ninfais (deuto e protoninfa) para a fase adulta, consiste somente no tamanho, uma vez que apresentam morfologias semelhantes. (GUIMARÃES et. al, 2010)

Diferentes são os métodos de controle utilizados para combate da praga no campo, entre eles podemos citar, o biológico, o varietal e o químico, sendo este último o mais utilizado nos cultivos convencionais com o emprego de acaricidas. Porém, atualmente, busca-se cada vez mais o uso de diferentes táticas, que quando reunidas levam a diminuição da população de interesse, conceito esse conhecido como manejo integrado de pragas (MIP) (KOGAN, 1998; VALICENTE, 2009).

O controle biológico é baseado no uso de bioensumos para auxiliar na regulação do crescimento populacional da praga evitando prejuízos econômicos a lavoura. Entre eles estão o uso de fungos entomopatogênicos (*Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Hirsutella thompsonii* (Fischer)), e predadores, geralmente, associado a controle de ácaros-praga. Um exemplo disto é a especificidade encontrada na predação de certos ácaros, *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) específico para o grupo *Tetranychus* spp., ocorrendo a dispersão quando não encontram a presa no ambiente, e também na introdução de *Neoseiulus californicus* (McGregor) (MONJARÁS-BARRERA et. al, 2019; BRASIL, 2021; ROCHA et al., 2021). A liberação dos predadores deve ser direcionada aos focos iniciais de infestação, permitindo reduzir a população da praga a níveis superiores a 90% (BERNARDI et al., 2010).

O controle químico é comumente adotado para o controle de pragas, baseando-se na aplicação de acaricidas sintéticos. Devido a utilização incorreta de produtos no controle de ácaros, junto a fatores biológicos do artrópode (alta fertilidade, ciclo de vida curto e muitas gerações ao ano) a resistência de pragas é cada vez mais recorrente nas lavouras comerciais, conseqüentemente aumentando os problemas fitossanitários e os custos de produção (CRANHAM; HELLE, 1985; SATO et al., 2009;

VAN LEEUWEN et al., 2010). Dentro do manejo integrado de pragas (MIP), damos destaque ao uso de cultivares resistentes (controle varietal), uma vez que, sua adoção não acarreta efeito antagônico associado as demais táticas empregas para o controle. Além disto, reduz a praga abaixo do nível de controle sem ocorrência de contaminações e efeito residual nas plantas e sem ônus adicional para os produtores (VENDRAMIM; ROSALES, 2019).

A resistência de plantas é originalmente dividida em dois mecanismos, a resistência induzida, que é advinda de um acontecimento externo, e a constitutiva, causada por fatores intrínsecos na planta, ou seja, já designada em seu biótipo (MAIA et al., 2009; HOFFMANN-CAMPO, 2012), esta última, é expressa de maneira contínua e não somente quando existe a presença de outro fator causador de resistência. A resistência constitutiva, ainda, pode estar ligada a caracteres de causa morfológica, como exemplo, pilosidade de folhas e hastes (tricomatas), densidade e espessura dos tecidos, ou a causas químicas, oriundas do metabolismo secundário da planta, sendo o que a difere da resistência induzida (STOUT; WORKMAN; DUFFEY, 1994; STOUT, 2013).

Além das causas, a resistência é classificada em três categorias, sendo elas: tolerância, antixenose e antibiose, amplamente estudadas na literatura (PAINTER, 1951; VIANA; POTENZA, 2000; SILVA et al., 2003; COSTA; PIRES; SANTANA, 2013; MAIA et al., 2009; MOREIRA et al., 2013). A resistência do tipo antibiose tem a capacidade de influenciar negativamente na biologia do inseto, enquanto antixenose ou não-preferência, atua também de forma negativa, porém somente no comportamento do inseto (SMITH; CLEMENT, 2012; MOREIRA et al., 2013) não atingindo seu metabolismo. Já a tolerância é a capacidade da planta em suportar ou reverter os possíveis danos causados por artrópodes em geral (SMITH; CLEMENT, 2012).

Independentemente de qualquer divisão ou classificação, a resistência é considerada relativa, uma vez que possui níveis ou graus, estes estipulados pela comparação entre plantas mais danificadas, consideradas suscetíveis ou menos danificadas, chamadas de mais resistentes (BASTOS et al., 2015). Diferentes casos de plantas resistentes já foram registrados para a cultura do morangueiro (MONTEIRO et al., 2014; KARLEC et al., 2017; VÁSQUES et al., 2018; BENATTO et al., 2019; FAHIM et al., 2020).

Com base nestas observações, o objetivo desta dissertação foi investigar os parâmetros biológicos e comportamentais de *Tetranychus urticae* Koch em diferentes genótipos de morangueiro com o intuito verificar se existem características de resistência presentes dentre diferentes genótipos

ARTIGO 1- Experimental and applied Acarology

**Antixenose de genótipos de morangueiro a *Tetranychus urticae* Koch (Acari:
Tetranychidae)**

**Antixenosis of strawberry genotypes to *Tetranychus urticae* Koch (Acari:
Tetranychidae)**

JOÃO PEDRO R. FAGUNDES; PRISCILLA C. GOBBI; ADRIANE DA F. DUARTE;
SANDRO BONOW; UEMERSON S. DA CUNHA

2. Artigo 1 - Antixenose de genótipos de morangueiro a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

João Pedro R. Fagundes^{1,3}; Priscilla C. Gobbi¹; Adriane da F. Duarte¹; Sandro Bonow²; Uemerson S. da Cunha¹

¹Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 96001-970, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil; ³e-mail: jprfc10@hotmail.com

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), Pelotas, RS, Brasil

Resumo

O morango (*Fragaria ananassa* Duch.) é um fruto amplamente consumido, chamando a atenção devido a seu aroma e sabor, além de ser fonte de nutrientes. Durante o período de cultivo, o morangueiro tem suscetibilidade a diferentes pragas capazes de reduzir a produção, entre eles o ácaro-rajado. Sendo assim o objetivo do trabalho foi estudar os aspectos biológicos do ácaro-rajado *T. urticae* quando submetidos a cultivares comerciais e genótipos de morangueiro nacionais, utilizados na produção de mudas, assim como a densidade de tricomas, para verificação da presença de características de resistência por antixenose. Os estudos foram conduzidos em ambiente climatizado (23°-27 °C ,50-70% UR e fotofase de 12 horas) e contando com 12 genótipos de morangueiro, a partir dos quais foram obtidos discos foliares. Estes foram dispostos em placas de petri e nelas liberadas 30 fêmeas, avaliando a não-preferência para alimentação (presença do ácaro no folíolo) e oviposição. Para avaliação da densidade de tricomas, foram confeccionadas lâminas de todos os genótipos e assim mensurados a densidade de tricomas não-glandulares. Os genótipos Camarosa (4,65) e Camino Real (3,0) foram os que apresentaram maiores índices de presença de fêmeas ao final do experimento, assim como maior número de ovos, 43 e 27,75 respectivamente. Estes dados diferem das menores médias encontradas entre os demais tratamentos para alimentação (0,12 e 0,50) e oviposição ($\leq 6,25$). De acordo com os dados mensurados, os genótipos 35-22; 35-25; 35-06 comportaram-se como portadores de resistência do tipo antixenose, não havendo indicativos de alimentação e oviposição expressivos, porém, esta condição não é atrelada a presença de tricomas tectores, uma vez que não há correlação entre os fatores. Já os genótipos Camarosa e Camino Real, demonstram-se suscetíveis uma vez que apresentando altos índices de alimentação e oviposição.

Palavras-chaves: Ácaro-rajado; Antixenose; Tricomas; Morango

Introdução

O morango (*F. ananassa* Duch.) é um fruto amplamente consumido, chamando a atenção devido a seu aroma e sabor, além de ser fonte de vitaminas que auxilia na manutenção da qualidade de vida. Este fator eleva seu valor de mercado, podendo ser comercializado e consumido *in natura*, ou utilizado para produção de sucos e geleias (Giampieri et al. 2012; Madail 2016).

Durante o período de cultivo, o morangueiro tem suscetibilidade a diferentes pragas capazes de reduzir a produção (Cavalcanti et al. 2010). Os ácaros são considerados pragas primárias da cultura, quando através da penetração do estilete se alimentam de conteúdo intracelular, levando a morte de células e aparecimento de pontuações cloróticas no limbo foliar. O artrópode, quando em altas densidades, pode levar a queda de folhas, diminuindo a taxa fotossintética e, por conseguinte a um menor calibre e peso de frutos (Favaro et al. 2019).

Dentre as espécies acarinas de importância agrícola destaca-se *Tetranychus urticae* Koch, conhecida como ácaro-rajado, sendo cosmopolita, já registrada em mais de 1000 espécies de plantas e 150 famílias (Moraes e Flechtmann 2008; Migeon et al. 2010). Seu controle ocorre principalmente com a utilização de acaricidas sintéticos, cujo uso desenfreado tem levado a seleção de biótipos da praga resistentes, sendo fatores como a alta densidade, o número de gerações elevada e os curtos ciclos de vida, atrelados a esta condição de desenvolvimento de resistência (Van Leeuwen et al. 2010; Xu et al. 2020).

Para que o emprego de agrotóxicos seja minimizado, a adoção de outras estratégias de manejo como o uso de genótipos resistentes torna-se de grande relevância. Um determinado genótipo pode ser considerado resistente quando expressa condições morfológicas, físicas ou químicas que o torna menos favorável ao desenvolvimento do artrópode, por exemplo, alterando o ciclo de vida ou mesmo a oviposição e alimentação (Smith 2005; Rogge e Meyhöfer 2020).

Um pré-requisito essencial para o sucesso ao usar genótipos resistentes como estratégia de controle de pragas é a compatibilidade com outras estratégias de manejo. No contexto do MIP, a questão relevante é que os genótipos são mais adaptados, garantindo a produção sem resíduos tóxicos ao meio-ambiente, além de possibilitar a adoção de outras técnicas de controle no manejo integrado de pragas (MIP) (Vendramim e Rosales 2019).

Quando falamos de resistência de plantas a artrópodes dois são os mecanismos mais utilizados para estudo em relação a artrópodes, sendo eles a antixenose, também conhecido como não preferência (afetando o comportamento do ácaro) e a antibiose (que altera a biologia do ácaro) (Oki et al. 2017). Estes mecanismos podem ser originados de duas categorias distintas, a constitutiva, onde o caractere de resistência já está designado no biótipo da planta, ou a resistência induzida, que necessita de um fator abiótico para se manifestar (Smith e Clement, 2012; Moreira et al. 2018).

A obtenção de plantas que apresentem algum tipo de resistência a artrópodes é extremamente importante dentro de um programa de melhoramento genético, por isto o conhecimento de como os diferentes genótipos iram se comportar perante a presença de pragas se torna fundamental (Gong et al. 2018), porem muitas vezes os programas não enfatizam este parâmetro, considerando somente a produção como aspecto chave na seleção de genótipos, sendo necessário aliar estudos afim de obter um material ideal para o produtor (Rezende et al. 2020).

Considerando o exposto e com a demanda do mercado brasileiro por qualidade de frutos, o objetivo do trabalho foi estudar os aspectos de resistência de plantas ao ácaro-rajado quando o mesmo é submetido a cultivares comerciais e genótipos de morangueiro nacionais, verificando a presença de antixenose.

Material e métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Acarologia Agrícola (LabAcaro), do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), na Universidade Federal de Pelotas em ambiente climatizado (23°-27 °C e 50-70% UR). Foram realizados dois experimentos, sendo eles, uma avaliação da não preferência dos ácaros a genótipos de morangueiro nacionais e importados, e o segundo, determinando a presença e quantidade de tricomas não glandulares nesses genótipos.

Criação-estoque de *T. urticae*

Os ácaros foram coletados em genótipos de morango não selecionados para os experimentos (cultivar merced), localizados na estrada da gama, interior do município de Pelotas, RS, Brasil (31°39'40" S; 52°25'51" W). Posteriormente foram levados ao laboratório e colocados em plantas de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) para multiplicação de no mínimo duas gerações. As plantas eram substituídas semanalmente para favorecer o desenvolvimento da praga.

Obtenção dos genótipos de morangueiro

Foram considerados na pesquisa nove (9) genótipos de morangueiro, sendo: 1- 2015-35-25; 2- 2015-31-09; 3- 2015-35-22; 4- 2015-32-05; 5- 2015-35-06; 6- 2015-33-02; 7- 2015-35-12; 8- 2017-04-03 e 9- 2015-35-02, e três (3) cultivares comerciais importadas: Camarosa; Fronteras e Camino real. As cultivares comerciais e os genótipos foram obtidos junto ao Programa de Melhoramento da Embrapa Clima Temperado, sendo cultivadas em solo, sob mesmos tratamentos culturais e fitossanitários.

Bioensaio de antixenose

As folhas coletadas a campo foram levadas ao laboratório para a confecção de discos foliares (2,2 cm) e em seguida, cada um dos 12 tratamentos foram depositados em placas de petri de 15 x 1,5 cm de diâmetro de maneira equidistante e em círculo, fixados com fita dupla-face tendo sua parte abaxial voltada para cima. A fim de evitar a fuga dos ácaros, foi fixado na borda das placas um algodão umedecido, sendo liberadas no centro de cada placa 30 fêmeas adultas de *T. urticae*.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando-se cada placa uma repetição, totalizando 8 repetições, segundo metodologia adaptada de Karlec et al. (2017). As avaliações consistiram na contagem do número de fêmeas por disco foliar, realizada às 1, 6, 12 e 24 horas após a liberação (HAL) dos ácaros, junto ao número de ovos depositados em cada material na última avaliação (24 HAL).

Determinação da densidade de tricomas não-glandulares

Em laboratório, foram preparadas 15 lâminas para cada genótipo. Para cada lâmina foram cortados 0,5 cm² de tecido foliar (a partir da região central, sendo descartada a nervura principal) para a determinação da densidade de tricomas não glandulares de cada genótipo seguindo metodologia adaptada de Johansen (1940). Como primeiro passo, os pedaços de tecido foliar foram submetidos ao processo conhecido como clarificação, sendo usada uma solução de hidróxido de sódio a 10% (24 h), após, foram colocados em água destilada durante 30 min, em seguida, foram imersos em solução de hipoclorito de sódio a 12% (60 min), sendo novamente depositados em água destilada durante 30 min e então, desidratados em série etanólica crescente (30, 50, 70, 95%) por 10 min cada, por último, os tecidos foliares foram imersos em corante fucsina 0,1% por 10 s e após, mergulhados em álcool 70% para a retirada do excesso da substância. Os tecidos foram acomodados em lâminas, tendo como meio de montagem glicerina 50% (meio aquoso), sobre a lâmina foi disposta uma lamínula e vedada com esmalte incolor.

A quantificação dos tricomas foi realizada com auxílio de um microscópio estereoscópico (10x), sendo que a quantificação dos tricomas tectores foi realizada por milímetro quadrado.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise dos pressupostos estatísticos de normalidade e homocedasticidade pelos testes de Shapiro–Wilk e Bartlett, respectivamente. Uma vez que não atenderam os pressupostos, análises não-paramétricas foram aplicadas e, quando a análise de variância (Kruskal-Wallis) foi significativa, o teste de Dunn foi aplicado para comparações múltiplas. Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico “R”, versão 3.6.3 (R Development Core Team 2020).

Resultados

Bioensaio de antixenose

Diferenças significativas entre os tratamentos na primeira avaliação (1 HAL) (Tabela 1) foram observadas ($X^2 = 34,003$, gl = 11, $p = 0,0003614$), sendo encontrado o maior número de ácaros na cultivar Camino Real (3,50 ácaros/folíolo), amplamente utilizada pelos agricultores no Rio Grande do Sul, diferindo dos genótipos que obtiveram o menor índice de presença sob o folíolo, que foram 35-22, 35-25, 35-06, 33-02 (0,12 ácaros/folíolo) ($p \geq 0,05$), ainda em estudo de comportamento na região sul.

Na segunda observação (06 HAL) (Tabela 1), foi observada uma mudança significativa no comportamento de *T. urticae* ($X^2 = 32,148$, gl = 11, $p = 0,0007221$), tendo como preferência a variedade Camarosa (3,75 ácaros/folíolo) mas que não diferiu de ‘Camino Real’, ‘Fronteras’, 32-05, 04-03 e 33-02 ($p \geq 0,05$). Os demais tratamentos com menor preferência (0,62-0,12 ácaros/folíolo) também não difeririam entre si ($p \geq 0,05$).

Comportamento semelhante foi observado na terceira avaliação (12 HAL), com exceção de ‘Fronteras’, 35-12 e 35-02. Diferenças significativas foram observadas ($X^2 = 24,77$, gl = 11, $p = 0,009834$), sendo importante destacar o genótipo 33-02, que possuiu um aumento gradativo na preferência à alimentação, onde na primeira

avaliação o mesmo se encontrava junto às menos preferidas, e nas avaliações posteriores obteve um aumento exponencial até 12 HAL, contando com 1,37 ácaros presentes no folíolo, diferindo dos genótipos menos preferidos ($p \geq 0,05$).

Ao final do experimento, diferenças significativas também foram observadas ($X^2 = 34,25$, $gl = 11$, $p = 0,000328$), sendo que os materiais menos preferidos para alimentação (presença) ao final do experimento (24 HAL) foram 35-22, 35-25, 35-06, 04-03 e 35-12 não diferindo entre si ($p \leq 0,05$). Novamente ‘Camarosa’ é o genótipo mais preferido pelos ácaros, porém não difere de 31-09, ‘Fronteras’, 35-02, 33-02, 32-05 e ‘Camino Real’ ($p \leq 0,05$).

Com relação a preferência para oviposição (Tabela 2) observamos diferenças significativas entre os tratamentos ($X^2 = 33,3363$, $gl = 11$, $p = 0,000464$), sendo possível verificar que ‘Camarosa’ apresentou o maior número de ovos (43,00), diferindo significativamente de ‘Fronteras’, 35-12, 31-09, 35-22, 35-25 e 35-06 ($p \geq 0,05$). Diferenças significativas não foram observadas com relação a ‘Camino Real’, 32-05, 33-02, 04-03 e 35-02 ($p \geq 0,05$), que apresentaram valores intermediários de oviposição.

Densidade de tricomas não-glandulares

Quando avaliado o número de tricomas tectores (Tabela 2) verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos ($X^2 = 76,2524$, $gl = 11$, $p = 7,791 \times 10^{12}$), com a maior densidade de tricomas ocorrendo no genótipo 33-02 (Fig1.a), seguido de 35-22 e 35-25, respectivamente, os quais não diferiram entre si ($p \leq 0,05$). Com valores intermediários de tricomas encontram-se os genótipos 35-12, 32-05, 31-09, 35-02 e 35-06, que não diferiram entre si ($p \leq 0,05$) mas que os diferencia significativamente das menores médias, representadas por ‘Camarosa’ e 04-03 ($p \geq 0,05$), que obteve a menor densidade de tricomas em relação a todos os tratamentos (Fig1.b).

Discussão

A resistência de plantas a *T. urticae* já é amplamente estudada no mundo, tendo em vista que esta é uma estratégia de manejo de pragas facilmente empregada em programas de produção, como no caso do morangueiro. O Brasil, está incluído entre os países que visam o estudo e conhecimento do comportamento de materiais quando submetidos à presença de ácaro (Monteiro et al. 2014; Fahim et al. 2020).

No Brasil, predomina-se o uso de genótipos que apresentem boa produção, sendo que ‘Camarosa’ destaca-se por apresentar ciclo precoce e alta capacidade produtiva (Antunes et al. 2011). No presente estudo, observamos que este genótipo se comporta de maneira favorável a presença do ácaro, apresentando alto número de fêmeas nos discos foliares, assim como maior número de ovos, o que corrobora com dados apresentados por Resende et al. (2020), tendo elevado nível de oviposição na superfície dos folíolos, sendo características de genótipos suscetíveis à praga, o que não se constatou para os genótipos 35-22; 35-25; 35-06, que apresentaram baixa oviposição e presença de ácaros comparativamente aos demais tratamentos. Uma explicação plausível é de que as plantas apresentam características físicas, químicas e morfológicas presentes em sua composição que podem afetar a oviposição de artrópodes, entre elas, a presença de tricomas nas folhas (Boom et al. 2003; Peterson et al. 2017).

Estudos apontam que “Camino Real” apresenta resistência a *T. urticae* devido ao baixo número de ovos encontrados, assim como influencia diretamente no caminhar do ácaro na superfície do genótipo (Resende et al. 2020). O mesmo foi observado por Figueiredo et al. (2013), onde ‘Camarosa’ situa-se entre os genótipos onde ocorreu maiores deslocamentos pelos ácaros, já ‘Camino Real’ se apresentou entre as menores distâncias percorridas, resultados possivelmente associados a presença de tricomas glandulares nas folhas.

Entretanto, no presente estudo observou-se que ‘Camino Real’ foi o segundo mais ovipositado, além de estar entre os mais preferidos para a alimentação assim como ‘Camarosa’. Afifi et al. (2010) avaliando a densidade de tricomas, inferiram que “Camarosa” é mais suscetível às infestações do ácaro-rajado devido ao baixo número de tricomas encontrados nas folhas. Quando avaliamos a presença de tricomas não-glandulares, percebemos que há diferença significativas sendo os novos genótipos estudados (35-22; 35-25; 33-02) os que apresentam maiores médias de tricomas. A variação da pilosidade da folha (tricomas) pode estar ligada ao ambiente em que os genótipos de morangueiro estão alocados, uma vez que há interferência das condições externas na expressão genética das características das plantas (Gonçalves et al. 2016).

Com intuito de verificar se os tricomas não-glandulares influenciaram na oviposição dos ácaros, análise de correlação foi aplicada, contudo a mesma não foi significativa ($p = 0,83$). Neste caso os tricomas tectores não tem influência sobre caracteres de resistência para a oviposição do ácaro-rajado, como já relatado por Steinite e Ievinsh (2002, 2003) e Figueiredo et al. (2013), quando estudaram diferentes genótipos de morangueiro, junto a presença a *T. urticae*.

De acordo com os dados encontrados, os genótipos 35-22; 35-25; 35-06 tornam-se promissores quanto à manifestação de resistência do tipo antixenose, apresentando baixos índices de alimentação e oviposição. Contudo, essa condição não é atrelada a densidade de tricomas não-glandulares nas folhas uma vez que não se constatou correlação significativa entre os fatores. Já as cultivares Camarosa e Camino Real, demonstraram suscetibilidade pela maior preferência do ácaro-rajado, tanto para alimentação como para oviposição. Diante do exposto, é primordial que mais pesquisas visem avaliar a reação de genótipos de morangueiro nacionais quanto a resistência a principal praga da cultura, *T. urticae*.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.

Referências

Afifi AAM, El-Laithy AYM, Shehata SA, El-Saiedy ESMA (2010) Resistance of strawberry plants against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). In: Sabelis MW, Bruin J (eds) Trends in Acarology. Springer Netherlands, Dordrecht, pp 505–507.

Antunes LEC, Carvalho GL, Santos AM dos (2011) A cultura do morango. Brasília, Distrito Federal

Boom CEM, Beek TA, Dicke M (2003) Differences among plant species in acceptance by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. J Appl Entomology 127:177–183. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2003.00726.x>

Cavalcanti SCH, Niculau ES, Blank AF, Câmara CAG, Araújo IN, Alves PB (2009) Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against twospotted spider mite (*Tetranych urticae* Koch). *Bioresource Technology* 101: 829-832. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.053>

Fahim SF, Momen FM, El-Saiedy E-SM (2020) Life table parameters of *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) on four strawberry cultivars. *Persian Journal of Acarology*. <https://doi.org/10.22073/pja.v9i1.54771>

Favaro R, Resende JTV, Gabriel A, Zeist AR, Cordeiro ECN, Favaro-Júnior JL (2019) Ácido salicílico: indutor de resistência ao ácaro-rajado na cultura do morango. *Hortic Bras* 37: 60–64. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620190109>

Figueiredo AST, Resende JTV, Morales RGF, et al (2013) The role of glandular and non-glandular trichomes in the negative interactions between strawberry cultivars and spider mite. *Arthropod-Plant Interactions* 7:53–58. <https://doi.org/10.1007/s11829-012-9218-z>

Giampieri F, Tulipani S, Alvarez-Suarez JM, Quiles JL, Mezzetti B, Battino M (2012) O morango: Composição, qualidade nutricional e impacto na saúde humana. *Nutrition* 28: 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.08.009>

Gonçalves MA, Picolotto L, Cocco C, Vignolo GK, Antunes LEC (2016) Crescimento e desenvolvimento. In: Antunes LEC, Reisser-Junior C, Schwengber JE (ed) *Morangueiro*, 1rd edn. Brasília, Distrito Federal, pp 47-66.

Gong Y-J, Chen J-C, Zhu L, et al (2018) Preference and performance of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry cultivars. *Exp Appl Acarol* 76:185–196. <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0295-2>

Johansen, DA (1940) *Plant microtechnique*. New York, McGraw-Hill

Karlec F, Duarte ADF, Oliveira ACBD, Cunha USD (2017) Development of *Tetranychus urticae* KOCH (acari: tetranychidae) in different strawberry cultivars. *Rev Bras Frutic* 39: 1-8. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017171>

Madail JCM (2016) Panorama econômico. In: Antunes LEC, Reisser-Junior C, Schwengber JE (ed) *Morangueiro*, 1rd edn. Brasília, Distrito Federal, pp 15-34.

Migeon A, Nouguié E, Dorkeld, F (2010). Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. *Trends in Acarology*. <https://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/notespecies.php?id=872#hosts>. Acessado em 28 maio 2021

Monteiro LB, Kuhn TMA, Mogor AF, Da Silva EDB (2014) Biology of the Two-Spotted Spider Mite on Strawberry Plants. *Neotrop Entomol* 43:183–188. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0184-7>

Moraes GJ, Flechtmann, CHW (2008) Ácaros encontrados em diferentes espécies vegetais de importância econômica. In: Moraes GJ, Flechtmann, CHW (ed) *Manual de Acarologia*, 1rd edn. Ribeirão Preto, São Paulo, pp 106–208.

Moreira X, Abdala-Roberts L, Gols R, Francisco M (2018) Plant domestication decreases both constitutive and induced chemical defences by direct selection against defensive traits. *Sci Rep* 8:12678. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31041-0>

Oki N, Kaga A, Shimizu T, et al (2017) QTL mapping of antixenosis resistance to common cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius) in wild soybean (*Glycine soja*). *PLoS ONE* 12:e0189440. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189440>

Peterson RKD, Varella AC, Higley LG (2017) Tolerance: the forgotten child of plant resistance. *PeerJ* 5:e3934. <https://doi.org/10.7717/peerj.3934>

Resende JTV, Lima Filho RB, Ribeiro LK, Corrêa JW, Maciel CDG, Youssef K (2020) Strawberry genotypes with resistance to *Tetranychus urticae* mediated by leaf trichomes. *Ciênc agrotec* 44:e006920. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044006920>

Rogge SA, Meyhöfer R (2021) The role of plant physiology and cultivar of chrysanthemum in the resistance against Western flower thrips. *Entomol Exp Appl* 169: 275–289. <https://doi.org/10.1111/eea.13018>

Sacramento F (2016) Caracterização de genótipos de morangueiro quanto à resistência à *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Dissertação, Universidade Federal de Pelotas

Smith CM (2005) Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches. Springer, Dordrecht

Smith CM, Clement SL (2012) Molecular Bases of Plant Resistance to Arthropods. *Annu Rev Entomol* 57:309–328. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100642>

Steinite I, Ievinsh G (2002) Wound-induced responses in leaves of strawberry cultivars differing in susceptibility to spider mite. *Journal of Plant Physiology* 159:491–497. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00683>

Steinite I, Ievinsh, G (2003) Possible role of trichomes in resistance of strawberry cultivars against spider mite. *Acta Universitatis Lativiensis*, 662: 59–65.

Van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, Dermauw W, Tirry L (2010) Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 40: 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.05.008>

Vendramim JD, Rosales EAC (2019) A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: Baldin ELL, Vendramim JD, Lourenção AL (ed) *Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações*, 1rd edn. Piracicaba, São Paulo, pp 435-472

Xu D, Zhang Y, Zhang Y, Zhang Y, Wu Q, Guo Z, Xie W, Zhou X, Wang S (2021) Transcriptome profiling and functional analysis suggest that the constitutive overexpression of four cytochrome P450s confers resistance to abamectin in *Tetranychus urticae* from China. *Pest Manag Sci* 77: 1204–1213. <https://doi.org/10.1002/ps.6130>

Tabela 2 Número médio de fêmeas (\pm erro padrão) por genótipo em diferentes horas após a liberação (HAL).

| Genótipo | 1 HAL | | 6 HAL | | 12 HAL | | 24 HAL | |
|----------------|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|
| Camarosa | 1,87 \pm 0,47 | ab | 3,75 \pm 0,75 | a | 4,25 \pm 0,88 | a | 4,65 \pm 0,96 | a |
| Camino R. | 3,50 \pm 0,14 | a | 2,75 \pm 1,11 | ab | 2,50 \pm 1,10 | ab | 3,00 \pm 1,06 | ab |
| 2015 - 32 - 05 | 1,75 \pm 0,81 | ab | 2,00 \pm 0,90 | ab | 2,12 \pm 0,95 | ab | 2,25 \pm 0,88 | ab |
| 2017 - 04 - 03 | 1,50 \pm 0,42 | ab | 1,00 \pm 0,42 | ab | 0,87 \pm 0,35 | ab | 0,50 \pm 0,27 | b |
| 2015 - 33 - 02 | 0,12 \pm 0,40 | b | 1,25 \pm 0,52 | ab | 1,37 \pm 0,53 | ab | 1,12 \pm 0,51 | ab |
| 2015 - 35 - 12 | 0,62 \pm 0,42 | ab | 0,62 \pm 0,32 | b | 1,62 \pm 0,82 | ab | 0,50 \pm 0,27 | b |
| 2015 - 35 - 02 | 0,75 \pm 0,36 | ab | 0,50 \pm 0,37 | b | 0,87 \pm 0,39 | ab | 1,12 \pm 0,48 | ab |
| Fronteras | 0,50 \pm 0,18 | ab | 1,12 \pm 0,61 | ab | 0,62 \pm 0,32 | b | 0,87 \pm 0,51 | ab |
| 2015 - 31 - 09 | 0,25 \pm 0,16 | ab | 0,50 \pm 0,32 | b | 0,62 \pm 0,26 | b | 0,62 \pm 0,26 | ab |
| 2015 - 35 - 22 | 0,12 \pm 0,12 | b | 0,12 \pm 0,12 | b | 0,62 \pm 0,37 | b | 0,50 \pm 0,27 | b |
| 2015 - 35 - 25 | 0,12 \pm 0,12 | b | 0,25 \pm 0,25 | b | 0,37 \pm 0,37 | b | 0,12 \pm 0,12 | b |
| 2015 - 35 - 06 | 0,12 \pm 0,12 | b | 0,37 \pm 0,18 | b | 0,37 \pm 0,18 | b | 0,12 \pm 0,12 | b |

Letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Dunn ($p \geq 0,05$)

Tabela 2 Número médio de ovos (\pm erro padrão) 24 horas após a liberação de *T. urticae* em laboratório, e número médio de tricomas não glandulares (\pm erro padrão) em mm², para cada genótipo.

| Tratamento | Oviposição | | Tricomas não-glandulares | |
|----------------|-------------------|----|--------------------------|----|
| Camarosa | 43,00 \pm 10,02 | a | 3,15 \pm 0,72 | c |
| Camino Real | 27,75 \pm 12,83 | ab | 3,80 \pm 0,52 | bc |
| 2015 - 32 - 05 | 26,25 \pm 11,40 | ab | 6,06 \pm 0,89 | b |
| 2015 - 33 - 02 | 15,25 \pm 6,53 | ab | 13,73 \pm 1,35 | a |
| 2017 - 04 - 03 | 10,12 \pm 3,42 | ab | 2,86 \pm 0,44 | c |
| 2015 - 35 - 02 | 7,37 \pm 3,73 | ab | 4,20 \pm 1,31 | b |
| Fronteras | 6,25 \pm 3,20 | b | 3,80 \pm 0,81 | bc |
| 2015 - 35 - 12 | 6,12 \pm 3,28 | b | 6,20 \pm 1,07 | b |
| 2015 - 31 - 09 | 4,87 \pm 2,38 | b | 5,53 \pm 1,17 | b |
| 2015 - 35 - 22 | 2,87 \pm 1,44 | b | 7,93 \pm 1,35 | ab |
| 2015 - 35 - 25 | 2,37 \pm 2,23 | b | 7,53 \pm 1,07 | ab |
| 2015 - 35 - 06 | 1,62 \pm 1,22 | b | 4,20 \pm 0,78 | b |

Letras minúsculas diferentes na coluna, indicam diferenças significativas pelo teste de Dunn ($p \geq 0,05$).

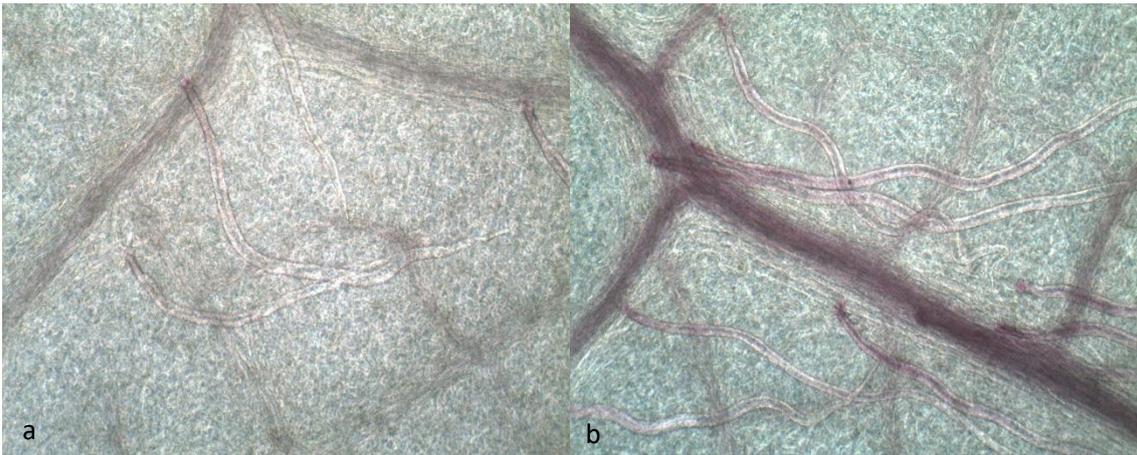


Fig.1 Densidade de tricomas (mm^2) tectores no genótipo 04-03 (a) e 33-02 (b) observados em microscópio no aumento de 10x

Artigo 2- Ciência Rural

Antibiose de genótipos de morangueiro ao ácaro-rajado

Antibiosis of strawberry genotypes to two spotted spider mite

JOÃO PEDRO R. FAGUNDES; PRISCILLA C. GOBBI; ADRIANE DA F. DUARTE;
SANDRO BONOW; UEMERSON S. DA CUNHA

3. Artigo 2- Antibiose de genótipos de morangueiro ao ácaro-rajado

Antibiosis of strawberry genotypes to two spotted spider mite

João Pedro R. Fagundes^{1,3}; Priscilla C. Gobbi¹; Adriane da F. Duarte¹; Sandro Bonow²

Uemerson S. da Cunha¹

¹Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 96001-970, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil; ³e-mail: jprfc10@hotmail.com

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), Pelotas, RS, Brasil

Resumo

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, é uma das pragas mais importantes dos sistemas de produção de morangos em todo o mundo. Considerando a resistência de plantas como importante estratégia de manejo integrado, o presente estudo investigou os efeitos de 12 genótipos nas características biológicas desta praga, em condições de laboratório (25 ± 2 °C e UR $60 \pm 10\%$; fotofase de 12 horas). O experimento foi realizado em condições de Laboratório sendo utilizado 12 tratamentos (genótipos), divididos em 20 repetições cada, num delineamento inteiramente casualizado. As variáveis resposta foram os parâmetros biológicos do ácaro-rajado e taxa de sobrevivência. O desenvolvimento e a sobrevivência de *T. urticae* foram influenciados pelos diferentes genótipos de morangueiro. A cultivar Camarosa junto ao genótipo 32-05 e 04-03 afetaram negativamente o desenvolvimento e a sobrevivência de *T. urticae*. O genótipo 35-

02 demonstrou maior suscetível ao ácaro-rajado, o qual apresentou rápido desenvolvimento e elevada taxa de sobrevivência. Conclui-se os parâmetros reprodutivos de *T. urticae* são afetados em função do genótipo de morangueiro, sendo 'Camarosa' e os genótipos 32-05 e 04-03 desfavoráveis ao desenvolvimento, sugerindo uma possível resistência do tipo antibiose.

Palavras-chave: *T. urticae*; Biologia; Resistência de plantas; MIP.

Abstract

The spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, is one of the most important pests in strawberry production systems worldwide. Considering plant resistance as an important integrated management strategy, the present study investigated the effects of 12 genotypes on the biological characteristics of this pest under laboratory conditions (25 ± 2 °C and RH $60 \pm 10\%$; 12-hour photophase). The experiment was carried out under laboratory conditions using 12 treatments (genotypes), divided into 20 replications each, in a completely randomized design. The response variables were the biological parameters of the spider mite and survival rate. The development and survival of *T. urticae* were influenced by different strawberry genotypes. Cultivar Camarosa with genotype 32-05 and 04-03 negatively affected the development and survival of *T. urticae*. The 35-02 genotype showed greater susceptibility to the spider mite, which showed rapid development and high survival rate. It is concluded that the reproductive parameters of *T. urticae* are affected as a function of the strawberry genotype, with 'Camarosa' and genotypes 32-05 and 04-03 unfavorable to development, suggesting a possible resistance of the antibiosis type.

Keywords: *T. urticae*; Biology; Host Plant Resistance; IPM.

Introdução

A cultura do morangueiro obteve seus primeiros híbridos cultivados no século XVIII em jardins europeus. Já as primeiras cultivares (Keens e Seedling), foram lançadas no ano de 1821, sendo precursoras dos materiais atuais. A produção do fruto já é popular no mundo todo, estando presente em todos os continentes, exceto a antártica. Esta condição se deve a alta adaptabilidade adquirida ao passar dos anos, o que torna possível o seu cultivo em diferentes climas (de frios, temperados, a subtropicais) (SIMPSON, 2018).

Diversas pragas podem ocorrer durante o cultivo do morangueiro, tais como pulgões, trips, lagartas e ácaros (BERNARDI et al. 2015; BOTTON et al., 2016). Estes artrópodes, quando presentes, limitam a produção sendo necessário a adoção de estratégias afim de reduzir perdas e garantir a qualidade do produto sem a presença de resíduos (BENATTO et al., 2021).

Os ácaros alimentam-se do conteúdo celular das folhas, que devido a perfuração do mesofilo, provocam a coloração bronzeada e posterior queda prematura de folíolos do morango, podendo reduzir a produção ou até levar a morte da planta, se alta infestação não for controlada (BERNARDI et al., 2015; BOTTON et al., 2016). A família Tetranychidae pode ser destacada como um dos fitófagos polípagos mais importantes, característica pela formação de teias sobre as plantas, sendo *Tetranychus urticae* ou ácaro-rajado, considerada a principal praga do morangueiro no Brasil (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Diversos são as ferramentas de manejo de *T. urticae*, sendo os principais o uso de produtos biológicos (VIDRIH et al. 2021), óleos-essenciais (FAROUK et al. 2021), ou o mais utilizado, controle químico (ATTIA et al., 2013; SHEN et al. 2021). Entretanto, devido ao uso excessivo de acaricidas e os problemas associados de resistência e poluição ambiental, há uma demanda crescente por métodos de controle sustentáveis e ecologicamente corretos. Além disso, métodos de controle baseados unicamente no uso de acaricidas sintéticos às vezes não conseguem manter o número de ácaros abaixo dos níveis de dano econômico (ATTIA et al.,

2013). sendo necessário a inclusão de novos métodos de controle, caso do uso de genótipos resistentes (controle varietal) (BROWN et al. 2018; WANG et al. 2018).

O controle varietal consiste na introdução de genótipos que influenciem negativamente sobre características dos artrópodes (biologia, ecologia ou morfologia), reduzindo sua população a níveis inferiores ao nível de dano econômico, garantindo a produção das culturas (PAINTER, 1951). Dentro da resistência de plantas, mais especificamente falando sobre resistência constitutiva, ou seja, aquela que já está presente de forma intrínseca nas plantas, está a antibiose (SMITH & CLEMENT, 2012). A antibiose influencia nos parâmetros biológicos da praga, alterando por exemplo o seu ciclo biológico (BALDIN et al. 2019).

Com base nestas informações, e considerando a resistência de plantas como importante estratégia de manejo, o objetivo do trabalho foi avaliar a presença de resistência do tipo antibiose em diferentes genótipos (internacionais e nacionais do Programa de Melhoramento da cultura da Embrapa Clima Temperado.) de morangueiro a *T. urticae*.

Material e métodos

O experimento foi realizado em condições de laboratório na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, RS, BR, contando com 9 genótipos advindos do programa de melhoramento da Embrapa, sendo eles, 2015 - 35 - 25; 2015 - 31 - 09; 2015 - 35 - 22; 2015 - 32 - 05; 2015 - 35 - 06; 2015 - 33 - 02; 2015 - 35 - 12; 2017 - 04 - 03; 2015 - 35 - 02; e três cultivares importadas ‘Camarosa’, ‘Fronteras’ e ‘Camino real’, todos mantidos sob mesmas condições de cultivo. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), contando com 12 tratamentos (genótipos) e um total de 20 repetições para cada, seguindo metodologia adaptada de KARLEC et al. (2017).

Os ácaros utilizados foram coletados em morangueiros da cultivar Merced, de áreas comerciais no município de Pelotas, RS, Brasil (31°39’40” S; 52°25’51” W). Posteriormente

os exemplares da praga foram levados ao laboratório para constituir a população-estoque em plantas de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivadas em vasos em casa-de-vegetação.

Amostras de folhas foram retiradas da parte mediana de plantas de cada genótipo cultivadas a campo. Em laboratório, elas foram realizadas análises visuais garantindo a ausência de contaminantes. Arenas foram formadas com discos foliares de 2,2 cm de cada genótipo dispostos individualmente no interior de placas de Petri (10 cm de diâmetro), sob algodão umedecido com água destilada e com a face abaxial voltada para cima, representando uma repetição. Uma fêmea foi liberada com auxílio de pincel n2 sob o disco foliar permanecendo por 24 horas para oviposição. Após este período, retirou-se a fêmea e foi individualizado um ovo por folíolo e registrado os estágios de desenvolvimento do ácaro.

As placas foram acondicionadas em câmara climatizada B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*), sob temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR de $70 \pm 10 \%$ e fotofase de 12h, sendo avaliado diariamente: duração (dias) dos estágios imaturo (ovo, larva, protoninfa e deutoninfa), adulto, dos períodos de pré-oviposição e oviposição, fertilidade diária e total (número de ovos/ fêmea), sobrevivência (%) de cada fase durante o ciclo de vida e razão sexual.

Os dados obtidos foram analisados quanto a normalidade e homocedasticidade pelo teste de Shapiro-Wilk e Bartlett respectivamente. Uma vez que não atenderam os pressupostos estatísticos, análise não-paramétrica foi aplicada, e quando houve diferença significativa na análise de variância (Kruskal-Wallis), o teste de Dunn foi aplicado em nível de significância de 5% para comparação das médias. Enquanto a viabilidade (%) foi comparada pelo teste de Fisher sendo utilizado o software estatístico “R”, versão 3.6.3 (R Development Core Team 2020).

Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, os genótipos testados interferiram no tempo de desenvolvimento do ácaro-rajado apenas no período de larva ($X^2 = 30.174$, $df = 11$, $p = 0.001488$). Já a duração das demais fases (ovo, deutoninfa, protoninfa e adulto) não apresentaram diferenças significativas ($p \geq 0,05$) (Tabela 1).

O genótipo 04-03 (3,50 dias), junto a cultivar Camarosa (3,46 dias) ($p \leq 0,05$) se destacaram por apresentarem a maior duração do período larval, obtendo diferença significativa do genótipo 35-02 (1,83 dias) ($p \geq 0,05$), que possui a menor duração. Estudos indicam que cultivares de morangueiro (Marak e Sequioa) podem influenciar na duração dos estágios ninfais de *T. urticae* (REZAIIE et al. 2013). Sendo assim, tempo de desenvolvimento mais curto indica um rápido crescimento populacional do ácaro (ADANGO et al. 2006), tornando a planta mais suscetível a danos.

Monteiro et al. (2014) e Karlec et al. (2017), também constataram diferenças significativas no período de larva para ‘Camarosa’ quando comparada a diferentes genótipos, inferindo que o aumento da duração da fase larval está possivelmente associado a um custo adaptativo alto. Neste caso a planta não fornece de maneira adequada os nutrientes necessários para o desenvolvimento normal dos ácaros, indicando a presença de resistência do tipo antibiose (KARLEC et al. 2017).

Nos períodos de ovo-adulto ($X^2 = 26.2925$, $gl = 11$, $p = 0.01$), e pré-oviposição ($X^2 = 22.313$, $gl = 11$, $p = 0.02206$) foi possível identificar diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2). O período de ovo-adulto foi maior no genótipo 32-05 (13,62), o que a diferencia de 35-02 (10,27) ($p \leq 0,05$) que apresentou o menor período, em dias. Desta forma, podemos inferir que 35-02, é de certa forma mais suscetível ao ácaro-rajado, pois os ácaros atingem mais rapidamente a fase adulta. Segundo Sedaratian et al. (2009), uma planta mais

suscetível é aquela na qual o artrópode apresenta o menor tempo de desenvolvimento, justificando a importância do período ovo-adulto. Entre os demais genótipos não houve diferenças entre si.

Para o período de pré-oviposição ($X^2 = 22.313$, $gl = 11$, $p = 0.02206$) observamos que a cultivar Camarosa (3,88), junto aos genótipos, 32-05 (3,40), 35-06 (3,33), obtiveram as maiores durações, já 31-09 (1,14) a menor duração em dias, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$). Um curto período de pré-oviposição é benéfico para o ácaro-rajado, resultando assim em reprodução mais rápida e eficiente (SEDARATIAN et al. 2009).

Na fase larval, os maiores valores de sobrevivência observados foram nos genótipos 33-02 (100%), 35-12, 35-02, 'Camino Real' e 'Fronteras' (94,74%), ocorrendo diferenças significativas das menores porcentagens foram encontradas, em 'Camarosa' (68,42%) ($p=0,02905$) e 32-05 (57,89%) ($p = 0,03602$) (Tabela 3). Resultados próximos foram observado por Karlec et al. (2017) para 'Camarosa', onde concluiu que a fase de larval é a que apresenta a maior sensibilidade a diferentes genótipos de morangueiro.

Para o período ovo-adulto, 'Camino Real' (90%) apresentou a maior porcentagem de sobrevivência, diferindo de 'Camarosa' ($p = 0,03987$) e 32-05 ($p = 0,01857$) (50% e 40%, respectivamente), onde apresentaram a menor sobrevivência entre os tratamentos (Tabela 3).

Uma explicação para os resultados apresentados é que, plantas em geral, como o morangueiro, podem apresentar componentes defensivos presentes nas folhas, como por exemplo, alcaloides, fenóis, terpenoides e quinonas, alterando o desenvolvimento de artrópodes, podendo até levá-los a morte, estando relacionada diretamente com a antibiose (RODRIGUEZ & RODRIGUEZ, 1981; HANLEY et al. 2007).

Trabalhos indicam que para uma planta hospedeira não seja adequada a *T. urticae*, está relacionado a ausência de nutrientes primários necessários para um correto desenvolvimento

(SEDARATIAN et al. 2009). Além disto, outros fatores podem estar associados, como a presença de tricomas (glandulares ou não-glandulares) nas folhas, afetando diretamente a sobrevivência do ácaro, devido a liberação de substâncias pegajosas, limitando sua locomoção, ou tóxicas, agindo diretamente sobre o artrópode (FIGUEIREDO et al. 2013).

O conhecimento da característica dos diferentes genótipos de morangueiro é essencial para o manejo integrado de pragas (MIP). É desta forma que identificamos diferentes genótipos que apresentem uma menor ou maior resistência ao acaro-rajado.

Com a introdução da técnica de controle varietal, conseguimos obter uma redução do uso de agrotóxicos, sendo assim auxiliando na manutenção e preservação do ambiente, além de não afetar as demais formas de controle da praga, o que demonstra a importância da resistência de plantas dentro do manejo fitossanitário da cultura.

Conclusão

A cultivar Camarosa junto com o genótipo 2015-32-05 e 2017-04-03 demonstram resistência do tipo antibiose ao *T. urticae*, pois afetam as características biológicas do ácaro de forma negativa.

O genótipo 2015-35-02 é suscetível ao *T. urticae*, pois se apresenta favorável em diferentes variáveis estudadas.

Referências

- ADANGO, E. et al. Comparative Demography of the Spider Mite, *Tetranychus ludeni*, on Two Host Plants in West Africa. **Journal of Insect Science**, v. 6, n. 49, p. 1–9, 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2990336/>>. Acesso em: jun. 2021. doi: 10.1673/031.006.4901.
- ATTIA, S. et al. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides: Biological approaches to control *Tetranychus urticae*. **Journal of Pest Science**, v. 86, n. 3, p. 361–386, set. 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-013-0503-0>>. Acesso em: set. 2021. doi: 10.1007/s10340-013-0503-0.

BALDIN, E. L. L. et al. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. Piracicaba: FEALQ, 2019. 493 p.

BENATTO, A. et al. Sampling methods and meteorological factors on pests and beneficial organisms in strawberries. **EntomoBrasilis**, v. 14, p. e926, 2021. Disponível em: <<https://www.entomobrasilis.org/index.php/ebras/article/view/v14.e926>>. Acesso em: set. 2021. doi: 10.12741/ebrasilis.v14.e926.

BERNARDI, D. et al. **Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 46p.

BOTTON, M. et al. Manejo integrado de pragas. In: ANTUNES L. E. C. et al., **Morangueiro**. Brasília, Distrito Federal, 2016. p. 363-41.

BOUDREAUX, H. B. Aspectos biológicos de alguns ácaros fitófagos. **Revisão Anual de Entomologia**, v. 8, n. 1, p. 137-154, 1963. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.en.08.010163.001033>>. Acesso em: jun. de 2021. doi: 10.1146/annurev.en.08.010163.001033.

BROWN, S. et al. Glufosinate Ammonium Suppresses *Tetranychus urticae* in Cotton. **Journal of Cotton Science**, v. 22, n. 2, p. 97–103, 2018. Disponível em: <<https://www.cotton.org/journal/2018-22/2/upload/JCS22-097.pdf>>. Acesso em: jun, 2021.

FADINI, M. A. M. et al. Distribuição espacial de ácaros fitófagos (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 783–789, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ne/a/pdkXmJTNmndrXwmJYt4v8Rn/?lang=pt>>. Acesso em: jun. de 2021. doi: 10.1590/S1519-566X2007000500021.

FAROUK, S. et al. Eficácia acaricida do óleo essencial de jasmim e lavanda ou óleo fixo de mostarda contra o ácaro aranha bicolor e seu impacto no crescimento e na produção de berinjelas. **Biologia**, v. 10, n. 5, p. 410, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2079-7737/10/5/410>>. Acesso em: jun. de 2021. doi: 10.3390/biology10050410.

FIGUEIREDO, A. S. T. et al. The role of glandular and non-glandular trichomes in the negative interactions between strawberry cultivars and spider mite. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 7, n. 1, p. 53–58, fev. 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11829-012-9218-z>>. Acesso em: jun. 2021. doi: 10.1007/s11829-012-9218-z

HANLEY, M. E. et al. Plant structural traits and their role in anti-herbivore defence. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 8, n. 4, p. 157–178, 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1433831907000108?via%3Dihub>>. Acesso em: jun. 2021. doi: 10.1016/j.ppees.2007.01.001.

KARLEC, F. et al. Development of *Tetranychus urticae* Koch (acari: tetranychidae) in different strawberry cultivars. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/XQQ3TqbMdVfJgnDHzbjHVzP/?lang=en>>. Acesso em: jun. 2021. doi: 10.1590/0100-29452017171.

MONTEIRO, L. B. et al. Biology of the Two-Spotted Spider Mite on Strawberry Plants. **Neotropical Entomology**, v. 43, n. 2, p. 183–188, 2014. Disponível em:

<<https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-013-0184-7>>. Acesso em: jun. 2021. doi: 10.1007/s13744-013-0184-7.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia** – Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308p.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. LWW. 1951. 481 p.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Versão 3.6.3. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: jun. 2021.

REZAIE, M. et al. Susceptibility of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on seven strawberry cultivars. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, v. 4, n. 9, p. 2455-2463, 2013. Disponível em: <https://irjabs.com/files_site/paperlist/r_1019_130815160003.pdf>. Acesso em: jun. 2021.

RODRIGUEZ, J. G.; RODRIGUEZ, L. D. Nutritional ecology of phytophagous mites. In: SLANSKY, F.; RODRIGUEZ, J. G. (eds) **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. John Wiley & Sons, New York, 1981. 1016 p.

SEDARATIAN, A. et al. Evaluation of resistance in 14 soybean genotypes to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Pest Science**, v. 82, n. 2, p. 163–170, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10340-008-0235-8>>. Acesso em: jun. 2021. doi: 10.1007/s10340-008-0235-8.

SHEN, N. et al. Efeito da broflanilida sobre o ácaro fitófago *Tetranychus urticae* e o ácaro predador *Typhlodromips swirskii*. **Pest Management Science**, v. 77, n. 6, p. 2964–2970, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.6335>>. Acesso em: jun, 2021. doi: 10.1002/ps.6335.

SIMPSON, D. **The Economic Importance of Strawberry Crops**. In: HYTÖNEN, T.; GRAHAM, J.; HARRISON, R. (Eds.). Os genomas das bagas rosáceas e seus parentes selvagens. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 1-7.

SMITH, C. M.; CLEMENT, S. L. Bases moleculares de resistência de plantas a artrópodes. **Revisão Anual de Entomologia**, v. 57, n. 1, p. 309–328, 2012. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-ento-120710-100642>>. Acesso em: jun, 2021. doi: 10.1146/annurev-ento-120710-100642.

VIDRIH, M. et al. Results of the Single Release Efficacy of the Predatory Mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) against the Two-Spotted Spider Mite (*Tetranychus urticae* Koch) on a Hop Plantation. **Ciências Aplicadas**, v. 11, n. 1, p. 118, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-3417/11/1/118>>. Acesso em: jun, 2021. doi: 10.3390/app11010118.

WANG, Z. et al. Screening for suitable chemical acaricides against two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae*, on greenhouse strawberries in China. **Ecotoxicologia e Segurança Ambiental**, v. 163, p. 63–68, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651318306535?via%3Dihub>>. Acesso em: jun. 2021. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.07.058.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses. Os patrocinadores fundadores não tiveram nenhum papel no desenho do estudo; na coleta, análise ou interpretação dos dados; na escrita do manuscrito e na decisão de publicar os resultados.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.

Contribuição dos autores

Todos os autores contribuíram de forma igual para o trabalho, independente do tópico abordado durante o texto. Todos os autores fizeram uma revisão crítica do trabalho e aprovaram a versão final do manuscrito.

Tabela 1. Duração dos períodos imaturos e adulto em dias (\pm erro padrão), sob condições controladas ($25^{\circ} \pm 3^{\circ}$; $70\% \pm 10\%$; Fotoperíodo de 12 horas), em laboratório.

| Tratamento | Período (Dias) | | | | |
|-------------|-------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| | Ovo ^{ns} | Larva* | Protoninfa ^{ns} | Deutoninfa ^{ns} | Adulto ^{ns} |
| 2017-04-03 | 3,63 \pm 0,13 | 3,50 \pm 0,41 a | 2,43 \pm 0,22 | 2,44 \pm 0,18 | 14,63 \pm 2,08 |
| Camarosa | 4,11 \pm 0,26 | 3,46 \pm 0,35 a | 2,25 \pm 0,29 | 3,50 \pm 0,51 | 16,80 \pm 2,38 |
| 2015-32-05 | 4,11 \pm 0,22 | 3,27 \pm 0,32 ab | 2,70 \pm 0,28 | 3,25 \pm 0,68 | 14,00 \pm 3,34 |
| 2015-31-09 | 4,00 \pm 0,21 | 3,06 \pm 0,41 ab | 2,67 \pm 0,36 | 2,73 \pm 0,26 | 11,18 \pm 2,48 |
| 2015-35-06 | 3,53 \pm 0,14 | 2,82 \pm 0,35 ab | 2,60 \pm 0,18 | 2,38 \pm 0,20 | 16,08 \pm 2,17 |
| 2015-35-22 | 3,85 \pm 0,08 | 2,71 \pm 0,37 ab | 2,07 \pm 0,24 | 2,46 \pm 0,21 | 13,15 \pm 2,18 |
| 2015-35-25 | 3,95 \pm 0,22 | 2,53 \pm 0,24 ab | 2,63 \pm 0,53 | 2,64 \pm 0,26 | 11,07 \pm 2,09 |
| Camino Real | 4,26 \pm 0,18 | 2,44 \pm 0,26 ab | 2,67 \pm 0,31 | 2,39 \pm 0,21 | 10,78 \pm 1,89 |
| 2015-33-02 | 3,56 \pm 0,12 | 2,28 \pm 0,23 ab | 2,41 \pm 0,25 | 2,69 \pm 0,28 | 16,44 \pm 2,43 |
| Fronteras | 4,05 \pm 0,17 | 2,28 \pm 0,19 ab | 2,53 \pm 0,28 | 2,79 \pm 0,25 | 14,57 \pm 1,68 |
| 2015-35-12 | 3,84 \pm 0,17 | 2,00 \pm 0,22 ab | 2,24 \pm 0,21 | 3,00 \pm 0,28 | 17,38 \pm 1,92 |
| 2015-35-02 | 4,11 \pm 0,10 | 1,83 \pm 0,24 b | 2,00 \pm 0,18 | 2,53 \pm 0,19 | 15,87 \pm 2,15 |

* Letras minúsculas diferentes na coluna, indicam diferenças significativas pelo teste de Dunn ($p \geq 0,05$).

^{ns} Não significativo

Tabela 2. Razão sexual e duração dos períodos ovo-adulto, pré-oviposição e oviposição (\pm erro padrão), junto ao total médio de ovos depositados pelas fêmeas, em cada genótipo.

| Tratamento | Razão Sexual ^{ns} | Período (dias) | | | N° total de ovos/fêmea ^{ns} |
|-------------|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | | Ovo-Adulto* | Pré-oviposição* | Oviposição ^{ns} | |
| 2015-32-05 | 0,63 | 13,62 \pm 1,00 a | 3,40 \pm 1,19 a | 10,00 \pm 3,09 | 25,60 \pm 6,62 |
| Camarosa | 0,80 | 13,30 \pm 1,10 ab | 3,88 \pm 0,65 a | 14,63 \pm 2,23 | 40,25 \pm 9,20 |
| 2015-31-09 | 0,64 | 12,00 \pm 0,60 ab | 1,14 \pm 0,43 b | 5,29 \pm 1,98 | 12,14 \pm 4,86 |
| 2017-04-03 | 0,81 | 11,94 \pm 0,47 ab | 2,62 \pm 0,57 ab | 12,69 \pm 2,22 | 24,69 \pm 3,97 |
| Camino Real | 0,78 | 11,72 \pm 0,51 ab | 1,79 \pm 0,27 ab | 7,14 \pm 1,64 | 21,57 \pm 4,76 |
| Fronteras | 0,64 | 11,36 \pm 0,47 ab | 2,44 \pm 0,59 ab | 10,78 \pm 1,95 | 29,22 \pm 6,84 |
| 2015-35-06 | 0,69 | 11,00 \pm 0,24 ab | 3,33 \pm 0,74 a | 13,22 \pm 2,48 | 26,89 \pm 7,83 |
| 2015-33-02 | 0,63 | 10,94 \pm 0,49 ab | 3,00 \pm 0,71 ab | 13,90 \pm 2,98 | 36,70 \pm 8,80 |
| 2015-35-25 | 0,64 | 10,93 \pm 0,41 ab | 2,44 \pm 0,57 ab | 7,78 \pm 2,73 | 18,67 \pm 6,77 |
| 2015-35-12 | 0,69 | 10,81 \pm 0,48 ab | 2,36 \pm 0,15 ab | 16,00 \pm 1,72 | 31,18 \pm 4,05 |
| 2015-35-22 | 0,62 | 10,69 \pm 0,32 ab | 2,63 \pm 0,47 ab | 9,75 \pm 2,20 | 30,75 \pm 6,93 |
| 2015-35-02 | 0,73 | 10,27 \pm 0,24 b | 2,54 \pm 0,30 ab | 12,73 \pm 1,44 | 38,09 \pm 5,01 |

* Letras minúsculas diferentes na coluna, indicam diferenças significativas pelo teste de Dunn ($p \geq 0,05$).

^{ns} Não significativo

Tabela 3 Sobrevivência (%) das diferentes fases do ácaro-rajado em laboratório, quando submetidos a diferentes genótipos de morangueiro.

| Tratamento | Sobrevivência (%) | | | | | | |
|-------------|-------------------|--------|----|------------|------------|-------------|----|
| | Ovos | Larva* | | Protoninfa | Deutoninfa | Ovo-adulto* | |
| Camino Real | 95,00 | 94,74 | a | 100,00 | 100,00 | 90,00 | a |
| 2015-33-02 | 90,00 | 100,00 | a | 94,44 | 94,12 | 80,00 | ab |
| 2015-35-12 | 95,00 | 94,74 | a | 94,44 | 94,12 | 80,00 | ab |
| 2017-03-0 | 95,00 | 84,21 | ab | 100,00 | 100,00 | 80,00 | ab |
| 2015-35-02 | 95,00 | 94,74 | a | 100,00 | 83,33 | 75,00 | ab |
| Fronteras | 95,00 | 94,74 | a | 83,33 | 93,33 | 70,00 | ab |
| 2015-35-25 | 95,00 | 89,47 | ab | 94,12 | 87,50 | 70,00 | ab |
| 2015-35-06 | 95,00 | 89,47 | ab | 88,24 | 86,67 | 65,00 | ab |
| 2015-35-22 | 100,00 | 85,00 | ab | 88,24 | 86,67 | 65,00 | ab |
| 2015-31-09 | 95,00 | 84,21 | ab | 75,00 | 91,67 | 55,00 | ab |
| Camarosa | 95,00 | 68,42 | b | 92,31 | 83,33 | 50,00 | b |
| 2015-32-05 | 95,00 | 57,89 | b | 90,91 | 80,00 | 40,00 | b |

* Significativo pelo teste de Fisher ($p \leq 0,05$).

4. Considerações finais

O cultivo de morango se mostra muito importante no Rio Grande do Sul, sendo produzidos em diferentes municípios. Nos dias atuais é cada vez maior a procura por alimentos saudáveis e com cada vez menos utilização de agrotóxicos. Com isto a utilização de genótipos resistentes se torna uma ferramenta essencial junto a outras estratégias no manejo integrado de pragas necessária para a produção de morangos no Brasil.

Quando falamos em não preferência, genótipos como 35-22; 35-25; 35-06, quando introduzidos no ambiente de cultivo, tem capacidade de reduzir tanto a presença do ácaro na lavoura, quando a produção de seus descendentes, por apresentarem rejeição a oviposição, confirmando a presença de mecanismos ligados a antixenose.

Para o experimento de antibiose, concluímos que dois genótipos (32-05 e Camarosa) foram capazes de afetar negativamente a biologia do ácaro, sendo na duração ou na mortalidade dos indivíduos, características relacionadas a antibiose, demonstrando a importância desta ferramenta de controle.

Os resultados obtidos nesta dissertação são de extrema importância para a divulgação de novas possibilidades do implemento da resistência de plantas a artrópodes, mais especificadamente ao ácaro rajado, além de servirem como base para novas pesquisas a serem realizadas ligadas a este tema. Sendo assim novos estudo em condições de campo ainda precisam ser conduzidos.

5. Referências Gerais

- ABDELMAKSOU, E. M. et al. Susceptibility of some new strawberry genotypes to infestation by western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in the nursery. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 65, n. 2, p. 144–148, 2020.
- ANTUNES, L. E. C. et al. **A cultura do morango**. 2ed. Brasília, DF :Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 52 p. (Coleção Plantar, 68).
- ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; REISSER JÚNIOR, C. Morango crescimento constante em área de produção. **Anuário Campo & Negócio HF**, n. 37, p. 88-92, 2020.
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morangos do jeito que o consumidor gosta. **Anuário Campo & Negócio HF**, n. 1, p. 64-72, 2015.
- BASTOS, C. S.; RIBEIRO, A. V.; SUINAGA, F. A.; BRITO, S. M.; OLIVEIRA, A. A. S.; BARBOSA, T. M.; SANTOS, P. de J. dos; OLIVEIRA, D. V. V.; TEICHMANN, Y. S. K. Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal**. 2015. p.31-72.
- BENATTO, A. et al. Sampling methods and meteorological factors on pests and beneficial organisms in strawberries. **EntomoBrasilis**, v. 14, p. e926, 2021.
- BENATTO, A.; PENTEADO, S. C.; ZAWADNEAK, M. A. C. Performance of *Chaetosiphon fragaefolii* (Hemiptera: Aphididae) in Different Strawberry Cultivars. **Neotropical Entomology**, v. 48, n. 4, p. 692–698, 2019.
- BERNARDI, D. et al. **Bioecologia, monitoramento e controle do ácaro-rajado com o emprego da azadiractina e ácaros predadores na cultura do morangueiro**. 1ed. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 8p.
- BERNARDI, D. et al. **GUIA PARA A IDENTIFICAÇÃO E MONITORAMENTO DE PRAGAS E SEUS INIMIGOS NATURAIS EM MORANGUEIRO**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 46p.

BERNARDI, D. et al. Susceptibility and Interactions of *Drosophila suzukii* and *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in Damaging Strawberry. **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 1, p. 1–7, 2017.

BERNARDI, D. et al. Teias de prejuízo. **Cultivar HF**, n. 63, p. 8-11, 2010.

BOTTON, M.; NAVA, D. E.; ZAWADNAEK, M. A. C.; BERNARDI, D.; NODILHO, A. Manejo integrado de pragas. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. p.363-411.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (**MAPA**). Agrofite - Sistema de agrotóxicos fitossanitários, 2021.

CABI, Invasive Species Compendium, 2021.

CAMARGO, L. K. P. et al. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, v. 6, n. 2, p. 2281-288, 2010.

CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. M. Efeito do *Tetranychus* (T.) *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.

COLL, M.; SHAKYA, S.; SHOUSTER, I.; NENNER, Y.; STEINBERG, S. Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* management in strawberry: consideration of target markets. **Entomologia experimentalis et applicata**, v. 122, n. 1, p. 59–67, 2006.

COSTA, J. G. da; PIRES, E. V.; SANTANA, A. E. G. Resistência do tipo antixenose em cultivares de *Capsicum* spp. em relação ao afídeo *Aphis gossypii*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2013, Uberlândia. In: **Anais: Variedade melhorada: a força da nossa agricultura**, Uberlândia, p.754–758.

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: Elsevier, vol. 1b, pp 405-421, 1985.

DUARTE FILHO, J.; CUNHA, R. J. P.; ALVARENGA, D. A.; PEREIRA, G. E.; ANTUNES, L. E. C. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p.1-9, 1999.

DUARTE, A. DA F. et al. Evaluation of *Cosmolaelaps brevistilis* and *Stratiolaelaps scimitus* (Mesostigmata: Laelapidae) as natural enemy of *Bradysia aff. ocellaris* (Diptera: Sciaridae). **Systematic and Applied Acarology**, 2021.

DUARTE, et al. **Ocorrência e Danos de Fungus Gnats em Morangueiro Cultivado em Sistema semi-hidropônico**. 1ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 10p.

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

FAHIM, S. F.; MOMEN, F. M.; EL-SAIEDY, E. M. Life table parameters of *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) on four strawberry cultivars. **Persian Journal of Acarology**, v. 9, n. 1, p. 43–56, 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**: production: crops. 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 29 nov. 2020.

FLECHTMANN, C.H.W. **Ácaros de importância agrícola**. São Paulo: Nobel, 1985.

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.

GALLETTA, G. J.; BRINGHURST, R. S. Strawberry management. In: GALLETTA, G. J.; HIMELRICK, D. G. **Small Fruit Crop Management**. eds. Prentice-Hall Inc., New York, USA, 1990. p.83–156.

GERSON, U. Ecology: webbing. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. **Spider Mites: their biology, natural enemies and control**. Elsevier, v. 1, p. 223–232, 1985.

GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; QUILES, J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. O morango: Composição, qualidade nutricional e impacto na saúde humana. **Nutrition**, v. 28, p. 9-19, 2012.

GRECO, N. et al. Life history traits and life table analysis of *Lobiopa insularis* (Coleoptera: Nitidulidae) fed on strawberry. **PLOS ONE**, v. 12, n. 7, p. e0180093, 2017.

GUIMARÃES, J. A. et. al. **Descrição e manejo das principais pragas do**

HELLE, W.; SABELIS, M. W. **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Elsevier, v. 1, 1985.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. Resistência Constitutiva e Induzida em Plantas a Insetos e a Metabolômica. In: **Anais do SEB-40 anos de avanços da Ciência Entomológica Brasileira**, Curitiba: SEB, 2012.

JONES, J. K. Strawberry. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W. (Ed.). **Evolution of crop plants**. London: Longman, 1995. p.412-417.

KARLEC, F.; DUARTE, A. da F.; OLIVEIRA, A. C. B. de; CUNHA, U. S. da. Development of *Tetranychus urticae* Koch (acari: tetranychidae) in different strawberry cultivars. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, 2017.

KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 243–270, 1998.

- MADAIL, J. C. M. Panorama econômico. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. p. 15-34.
- MAIA, M. C. C.; VELLO, N. A.; ROCHA, M. de M.; FONSECA JÚNIOR, N. S. da; LAVORANTE, O. J.; PINHEIRO, J. B.; DIAS, C. T. dos S.; ASSIS, G. M. L. de. Seleção de linhagens experimentais de soja para características agrônômicas e tolerância a insetos. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 85–97, 2009.
- MONJARÁS-BARRERA, J. I.; CHACÓN-HERNÁNDEZ J. C.; CERNA-CHÁVEZ, E.; OCHOA-FUENTES, Y. M.; AGUIRRE-URIBE, L. A.; LANDEROS-FLORES, J. Sublethal effect of Abamectin in the functional response of the predator *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) on *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 2, p. 273–277, 2019.
- MONTEIRO, L. B.; KUHN, T. M. A.; MOGOR, A. F.; SILVA, E. D. B. da. Biology of the Two-Spotted Spider Mite on Strawberry Plants. **Neotropical Entomology**, v. 43, n. 2, p. 183–188, 2014.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia** – Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308p.
- MOREIRA, G. R.; SILVA, D. J. H. DA; CARNEIRO, P. C. S.; PICANÇO, M. C.; VASCONCELOS, A. DE A.; PINTO, C. M. F. Herança de caracteres de resistência por antixenose de *Solanum pennellii* à traça-do-tomateiro em cruzamento com “Santa Clara”. **Horticultura Brasileira**, v.31, p.574–581, 2013.
- NEGREIROS, M. Z.; COSTA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LEITÃO, V. B. R. M. M.; BEZERRA NETO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Rendimento e qualidade do melão sob lâminas de irrigação e cobertura do solo com filmes de polietileno de diferentes cores. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 773-779, 2005.
- NICASTRO, R. L.; SATO, M. E. Biologia comparada de linhagens de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) resistente e suscetível a milbemectin. **Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 107-216, 2008.
- PAGOT, E.; SANHUEZA, V. R. M.; REISSER JUNIOR, C.; MELO, G. W. de; SIMON, N.; RUCKER, P. A.; MENEGUZZO, A.; GRASSIANI, M. A.; BLAETH, L.; FREIRE, J. de M.; HOFFMANN, A.; CONTE, A.; PAIVA, M. Preparo da area para plantio. In: Sanhueza R. M. V.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C.; FREIRE, J. de M. **Sistema de produção de morango para mesa na região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Embrapa Uva e Vinho. Sistemas de produção, 6). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/index.html>. Acesso em: 20 de nov. 2020
- PAINTER, R. H. Insect resistance in crop plants. LWW. 1951. p.481.
- PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A.; COCCO, C.; ANTUNES, L. E. C. Produção no campo. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.;

SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. p. 79-109.

PIRES, R. C. M.; PASSOS, F. A.; TANAKA, M. A. Irrigação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 198, p. 52-58, 1999.

POITEVIN, C. G. et al. Fungi isolated from insects in strawberry crops act as potential biological control agents of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 53, n. 3, p. 323–331, 2018.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 266-273, 2012.

RINCÓN, R. A.; RODRÍGUEZ, D.; COY-BARRERA, E. Botanicals Against *Tetranychus urticae* Koch Under Laboratory Conditions: A Survey of Alternatives for Controlling Pest Mites. **Plants**, v. 8, n. 8, p. 272, 2019.

ROCHA, M. S. et al. The predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) does not respond for volatiles of maize infested by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, p. e239639, 2021.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: Emater, 1998. 206 p.

SATO, M. E. et al. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* koch (acari: tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no estado de são paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 2, p. 217–223, 2009.

SATO, M. E.; SILVA, M.; SOUZA-FILHO, M. F.; RAGA, A. Manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro utilizando ácaros predadores (Phytoseiidae) e Propargite. **Arquivos do Instituto Biológico**. v. 69, p. 261-264, 2002.

SILVA, F. F. da; MARTINS, J. da S.; GRÜTZMACHER, A. D.; STORCH, G.; AZEVEDO, R. de; GIOLO, F. P. Avaliação da resistência de arroz a *Oryzophagus oryzae* com e sem chance de escolha da planta hospedeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.2, p.135–140, 2003.

SMITH, C. M.; CLEMENT, S. L. Molecular bases of plant resistance to arthropods. **Annual Review of Entomology**, v.57, p.309–328, 2012.

STOUT, M. J. Reevaluating the conceptual framework for applied research on host-plant resistance. **Insect Science**, v.20, p.263–272, 2013.

STOUT., M. J.; WORKMAN, J.; DUFFEY, S. S. Differential induction of tomato foliar proteins by arthropod herbivores. **Journal of Chemical Ecology**, v.20, n.10, p.2575–2594, 1994.

SUCKLING, D. M.; WALKER, J. T. S.; WEARING, C. H. Ecological impact of three pest management systems in New Zealand apple orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 73, p. 129-140, 1999.

TANAKA, M. A. S.; BETTI, J. A.; PASSOS, F. A.; TRANI, P. E.; MACEDO, A. C. **Manejo integrado de pragas e doenças do morangueiro**. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, v. 5, 2000. 61p.

VALICENTE, F. H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe agropecuário**, v. 30, n. 251, p. 48–55, 2009.

VAN LEEUWEN, T.; VONTAS, J.; TSAGKARAKOU, A.; DERMAUW, W.; TIRRY, L. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 40, n. 8, p. 563-572, 2010.

VÁSQUEZ, V.; PÉREZ, M.; DÁVILA, M.; MANGUI, J.; TELENCHANA, N. Biological parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on strawberry cultivars in Ecuador. **Revista Chilena de Entomología**, v. 44, n. 3, p. 271-278, 2018.

VAUGHAN, J. G.; GEISSLER, C. A. **The new Oxford book of food plants**. New York: Oxford University, 1997. 237 p.

VENDRAMIM, J. D.; ROSALES, E. A. C. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: BALDIN, E. L. L., VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. Piracicaba: FEALQ, 2019. p. 435-472.

VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, v.59, n.1, p.27–33, 2000.

WREGGE, M. S. et al. **Zoneamento agroclimático para produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul**. 1ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 27p.

ZHANG, Z. Q. **Mites in greenhouse**: identification, biology and control. Cambridge: CABI, 2003. 244p.