

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

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

Camila do Nascimento Dainese

Trabalho enviado para a apresentação do “Trabalho de Conclusão de Curso” – TCC de Engenharia Agronômica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.

**PIRACICABA
2015**

Camila do Nascimento Dainese
Graduanda em Engenharia Agronômica

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

Orientador:
Prof. Dr. GILBERTO JOSÉ DE MORAES

Trabalho enviado para apresentação do “Trabalho de
Conclusão de Curso” – TCC de Engenharia
Agronômica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de
Queiroz” – USP

Piracicaba
2015

Dedico

A Deus;

Aos meus pais, Antonio Carlos Dainese e Marisa do Nascimento Dainese; ao meu irmão André Felipe Nascimento Dainese; ao meu tio Carlos Alberto Dainese; aos meus avós, tios e primos;

Aos Professores Dr. Gilberto José de Morares e Dr. Carlos H. W. Flechtmann;

À equipe do Laboratório de Acarologia da ESALQ/USP;

A todo aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação acadêmica.

Agradecimentos

A Deus, por sempre ter me ensinado, abençoado e guiado em minha caminhada universitária.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), por me proporcionar a chance de estudar em um local tão rico em conhecimento. Aos professores, que me transmitiram uma enorme e importante quantidade de conhecimento teórico e prático, me orientando durante o meu curso e contribuindo para que eu entendesse a importância do Engenheiro Agrônomo e a beleza do que nós estudamos.

Ao Instituto Agronômico de Campinas (IAC), pelo fornecimento das mudas utilizadas nos experimentos deste estudo.

Ao meu Professor e orientador Gilberto José de Moraes, por ter me aceitado como estagiária desde o meu primeiro ano de graduação, e por ter se disponibilizado para me auxiliar, ensinar e orientar durante o meu trabalho de conclusão de curso.

Ao professor Carlos H. W. Flechtmann, pelo fornecimento de materiais para a realização deste estudo e também por ter que alcançado com seu rico conhecimento em vários momentos da minha estadia no laboratório.

Aos meus pais, Antonio Carlos Dainese e Marisa do Nascimento Dainese, e ao meu irmão André Felipe Nascimento Dainese, pelos ensinamentos, incentivo emocional e por todo o auxílio, extremamente importantes para a minha formação pessoal e profissional.

Ao meu tio Carlos Alberto Dainese, por me incentivar durante minha graduação e também por me auxiliar durante o estudo estatístico contido neste projeto.

À mestrandona Fernanda de Cássia Neves Esteca, tanto por sua amizade durante todos os meus anos de graduação como por sua co-orientação na execução deste trabalho.

A toda a equipe e aos meus colegas do Laboratório de Acarologia da ESALQ/USP, Adriane F. Duarte, Camila T. Ferreira, Cláudio D. da Silva Junior, Daniela Santos, Geovanny S.P. Barroso, Jandir C. Santos, Lásaro V. F. Silva, Marcela M. Ribeiro, Marielle de Moraes Berto, Marina F. C. Barbosa, Murilo P. Ferreira e Renan V. da Silva.

Ao técnico Josenilton Luis Mandro, por ter me auxiliado durante toda a instalação e condução dos experimentos e por ter compartilhado seus conhecimentos agrícolas.

Sumário

RESUMO	6
ABSTRACT	8
1. Introdução.....	10
2. Metodologia	12
2.1. Obtenção das plantas e do ácaro	12
2.2. Injúrias às plantas.....	12
2.3. Preferência em teste de livre escolha	13
2.4. Reprodução	14
2.5. Análise estatística	15
3. Resultados	16
3.1. Injúrias às plantas.....	16
3.3. Reprodução	19
4. Discussão	20
3. Considerações finais.....	23
4. Referências	25

RESUMO

O ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch) é uma das principais pragas que ataca o morangueiro, cultura de grande importância no Brasil. Programas de melhoramento genético são ferramentas importantes para se obter novos clones de morangueiro que sejam resistentes ao ácaro rajado, diminuindo o uso de acaricidas e auxiliando no manejo integrado de pragas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a susceptibilidade de oito diferentes genótipos de morangueiro a *T. urticae*, sendo quatro novos clones ('IAC T-0104', 'IAC 1.13', 'IAC 12' e 'IAC 4') e quatro cultivares ('Albion', 'IAC Guarani', 'IAC Princesa Isabel' e 'Oso Grande'). Três tipos de avaliação foram realizadas: (i) injúrias; (ii) preferência; (iii) reprodução. No experimento da injúria, realizado em casa de vegetação, cada planta foi infestada artificialmente com ácaro rajado. Após 15 e 30 dias, avaliou-se a injúria causada pelo ácaro, atribuindo-se a cada planta uma nota de 1 a 6, de acordo como nível de sintomas, além disso, na avaliação de 30 dias contou-se o número de ácaros nos folíolos. 'IAC Princesa Isabel' exibiu os sintomas de ataque menos pronunciados após 30 dias da infestação induzida. A cultivares 'Albion' e 'IAC Guarani' apresentaram os sintomas mais pronunciados, sendo a maior população de ácaros encontrada em 'Albion'; 'Oso Grande' também apresentou severos sintomas de ataque e alta população de ácaros, porém não foi incluída nos testes estatísticos devido ao reduzido número de plantas. No experimento de preferência, foi avaliada a atratividade após 1, 6, 12 e 24 h e a oviposição do ácaro durante este período, em experimento com chance de escolha. Ao final desta avaliação, o maior número de ácaros foi encontrado na cultivar 'IAC Guarani'. Foi observada uma correlação direta entre os números médios de ácaros nas contagens realizadas 6, 12 e 24 h após o início das observações (cada número correspondente a um genótipo) e o número médio de ovos após 24 h, com exceção da cultivar 'IAC Guarani', que exibiu maior número de ovos postos em relação ao número médio de ácaros. No experimento de reprodução, realizado em laboratório sem chance de escolha durante dez dias em folhas destacadas, avaliou-se a oviposição média diária do ácaro rajado. Os menores números de ovos foram observados nas cultivares 'IAC 4' e 'IAC Princesa Isabel', enquanto os maiores números foram observados na cultivar 'Albion'. Concluiu-se que 'IAC Princesa Isabel' é resistente ao ácaro rajado, enquanto que os clones 'IAC T-0104' e 'IAC 12' são muito tolerantes ao mesmo e 'IAC 1.13' e 'IAC 4' apresentaram média tolerância à

praga. Por outro lado, ‘IAC Guarani’, ‘Oso Grande’ e ‘Albion’ mostraram-se susceptíveis ao ácaro.

Palavras-chave: melhoramento genético, ácaro rajado, resistência, tolerância

ABSTRACT

The two spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) is one of the the most important pests that attack the strawberry plant, which is very important culture in Brazil. Genetic enhancement programs are an important tool to get new strawberry clones that are resistant to the mite, decreasing the use of acaricides and assisting in integrated pest management. The aim of this study was to evaluate the susceptibility of eight different strawberry genotypes to *T. urticae*, consisting of four new clones ('IAC T-0104', 'IAC 1.13', 'IAC 12' and 'IAC 4') and four cultivars ('Albion', 'IAC Guarani', 'IAC Princesa Isabel' and 'Oso Grande'). Three different experiments were conducted: (i) injuries; (ii) preference; (iii) reproduction. In the first experiment, conducted in a greenhouse, each plant was artificially infested with *T. urticae*. After 15 and 30 days, the injury cause by the mites was evaluated, assigning to each plant a score of 1 to 6, according to level of symptoms; moreover, in the 30 days evaluation, the number of mites on leaflets was counted. 'IAC Princesa Isabel' showed the least pronounced symptoms of attack after 30 days of induced infestation, as well as the lowest density of mites. The cultivars 'Albion' and 'IAC Guarani' had the most pronounced symptoms, and the largest population was found in 'Albion'; 'Oso Grande' also showed severe symptoms of attack and high population of mites, but was not included in the statistical testes due to the small number of plants. In the preference analysis, the number of mites on each leaflet after 1, 6, 12 and 24 hours was assessed, as well as the oviposition for 24 hours, in an experiment with free choice. 'IAC Guarani' had the largest number of females after 24 hours. It was observed a direct correlation between the average number of mites in scores performed 6, 12 and 24 h after the beginning of the observations (each number corresponding to a genotype) and the average number of eggs after 24 hours, except for 'IAC Guarani', which displayed greater number of eggs in relation to the average number of mites. In the reproduction experiment, which was conducted in laboratory with no free choice for 10 days and with detached leaves, it was assessed the average daily oviposition of the mite. 'IAC 4' and 'IAC Princesa Isabel' had the lowest number of eggs, while the highest numbers were obtained in 'Albion'. In conclusion, 'IAC Princesa Isabel' is resistant to the twospotted spider mite, while the clones 'IAC T-0104' and 'IAC 12' are very tolerant to it and 'IAC 1.13' and 'IAC 4' had an average tolerance to the pest. Contrarily, 'Albion', 'IAC Guarani' and 'Oso Grande' are susceptible to the mite.

Keywords: genetic enhancement, twospotted spider mite, resistance, tolerance

1. Introdução

A cultura do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch) é de grande importância para o Brasil, país que produz anualmente cerca de 133 mil toneladas desta fruta (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2014). Apesar de apresentar um cenário promissor, a cultura é afetada por diversas pragas e doenças.

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é cosmopolita, polífago, sendo considerado uma das principais pragas do morangueiro no país, podendo levar à redução da produção em até 80%.

O controle dessa praga no Brasil é hoje realizado, na maioria dos casos, por meio da aplicação de acaricidas sintéticos (Silva *et al.*, 2009). De acordo com Lourenço *et al.* (2000), essa medida é praticamente a única adotada pelos produtores contra a praga em questão. O uso indiscriminado desses produtos químicos também é responsável pelo surgimento de populações resistentes do ácaro, pela eliminação de populações de organismos benéficos, pelo aparecimento de pragas secundárias e pela permanência de resíduos tóxicos em níveis elevados na superfície dos frutos (Cavalcanti *et al.*, 2010). No estado de São Paulo, por exemplo, já se constatou resistência do ácaro rajado aos acaricidas abamectina e fenpiroximato em culturas de morangueiro (Sato *et al.*, 2009).

Dessa forma, torna-se importante o estudo da resistência varietal de morangueiros, que pode se constituir em uma ferramenta importante a ser considerada em programas de manejo integrado do ácaro. O uso de cultivares ou linhagens da planta não-susceptíveis à praga podem levar a uma diminuição do uso de acaricidas neste cultivo, o qual teria como vantagens: (i) a conservação de organismos benéficos; (ii) o maior rendimento econômico para o produtor; (iii) a obtenção de frutos mais saudáveis e com menor quantidade de resíduos químicos; (iv) menor chance de seleção de ácaros resistentes a acaricidas.

A resistência de plantas aos herbívoros é associada a fatores induzidos (Kielkiewicz, 1988; Thaler & Karban, 1997) e constitutivos (Lourenço *et al.*, 2000). Na defesa induzida, a planta expressa resistência contra o herbívoro somente após a injuria, podendo atuar diretamente sobre os herbívoros ou inimigos naturais (Thaler *et al.*, 1999). Na defesa constitutiva, a planta expressa resistência de forma contínua e não depende da presença ou ação de herbívoros. Embora haja um grande número de fatores que influenciam a resistência das plantas aos herbívoros (Bergelson &

Purrington, 1996), variáveis genéticas são a base para a seleção de populações resistentes (Thaler & Karban 1997). Mesmo que a maioria dos autores tenha explorado a relação entre resistência induzida e constitutiva (Gianoli, 2002; Traw, 2002; Fadini *et al.*, 2004), alguns avaliaram o efeito da resistência das plantas no comportamento de herbívoros (Thaler & Karban, 1997; Underwood & Rausher, 2000).

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) realizou, durante a década de 2000, o projeto SGP-APTA nº27 (NRP 44), intitulado “Desenvolvimento, introdução e avaliação de novos híbridos de morangueiro”, sendo composto por estudos de melhoramento genético para a obtenção de clones com características agronômicas desejáveis, como alta produtividade, resistência à mancha de *Mycosphaerella fragaria* (Tul.) Lindau, precocidade e resistência ao ácaro rajado, através de cruzamentos entre cultivares comerciais para a obtenção de híbridos. Algumas variedades obtidas em anos anteriores pelo mesmo instituto, como ‘IAC Princesa Isabel’ e ‘IAC Campinas’, são citadas como resistentes ao ácaro rajado (Lourenço *et al.*, 2000), enquanto outras, como ‘IAC Guarani’, são citadas como susceptíveis.

O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes genótipos de morangueiro em relação à resistência ao ácaro rajado.

2. Metodologia

2.1. Obtenção das plantas e do ácaro

Os seguintes genótipos foram considerados neste estudo: quatro clones desenvolvidos pelo programa de Melhoramento Genético do IAC para resistência ao ácaro rajado e quatro cultivares ('Albion', 'IAC Guarani', 'IAC Princesa Isabel' e 'Oso Grande'), usados como controle. Todas as plantas tinham aproximadamente a mesma idade. No início de maio, as plantas foram individualizadas em vasos com capacidade de 2 litros contendo substrato Basaplant (farelado grosso), cada uma correspondente a uma parcela. A adubação foi feita a cada 15 dias, intercalando-se o uso de dois tipos de fertilizantes, sendo aproximadamente 1 g de fertilizante granulado 12-06-12 (Heringer) e 125 mL do fertilizante solúvel 15-15-20 (Sempre Verde). Para evitar o controle de oídio, as plantas foram pulverizadas com uma solução de leite comercial de vaca (3%) semanalmente (de maneira preventiva) até setembro, isto é, cerca de um mês antes de se fazer a inoculação das plantas com o ácaro rajado.

Os exemplares de *T. urticae* utilizados neste estudo foram originalmente coletados em Piracicaba de plantas de feijão, *Phaseolus vulgaris* L.. Cerca de 20 dias antes do início do experimento, os ácaros foram transferidos para plantas de morango da cultivar 'IAC Guarani' em que permaneceram até a data da infestação das plantas dos distintos cultivares a serem comparados.

2.2. Injúrias às plantas

Esta avaliação foi conduzida em uma casa de vegetação do Departamento de Entomologia e Acarologia (ESALQ/USP). Quando tinham 4 – 7 folhas, isto é, cerca de 5 meses após o transplantio (na metade do mês de outubro), cada planta foi infestada liberando-se dez ácaros no folíolo central de cada uma de quatro folhas totalmente desenvolvidas de cada planta.

Foi instalado um experimento envolvendo as cultivares em um delineamento de blocos ao acaso, com 6 blocos e 7 tratamentos, cada planta constituindo uma parcela. A cultivar 'Oso Grande' não foi incluída na análise estatística, de vez que apenas três plantas estavam

disponíveis. A disposição das plantas dentro dos blocos foi realizada de forma que não houvesse contato entre as mesmas (Figura 1).

Após 15 e 30 dias, avaliou-se a injúria causada pelo ácaro, atribuindo-se a cada planta uma nota baseada na seguinte escala, proposta por Lourenço *et al.* (2010): 1) Sem sintomas de ataque; 2) Início de bronzeamento nas folhas, sem teia visível unindo-as; 3) Cerca de 50% de área foliar bronzeada, teia visível unindo folhas; 4) Início de seca das folhas e planta quase totalmente coberta por teia; 5) Muitas folhas secas, com teias cobrindo toda a planta; 6) Planta morta. Após 30 dias, avaliou-se também a densidade populacional dos ácaros, contando-se o número de ácaros presentes em 1 cm² na área central de cada face de três folíolos tomados ao acaso dentro de cada planta. Ambos os procedimentos foram realizados por quatro avaliadores de forma independente.



Figura 1. Casa de vegetação utilizada para a avaliação das injúrias.

2.3. Preferência em teste de livre escolha

Esta avaliação consistiu de um experimento de livre escolha, em um delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (genótipos) e 10 repetições. Cada unidade

experimental foi constituída por uma placa de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo os dois terços distais de um folíolo de cada genótipo. Os folíolos foram distribuídos ao acaso, de forma eqüidistante e em círculo nos bordos do interior de cada placa. A região seccionada de cada folíolo foi coberta por uma camada de algodão umedecido periodicamente, de forma a manter a turgidez e evitar a fuga dos ácaros. A região distal dos folíolos foi coberta por uma lâmina de resina sintética (Paviflex®) de 8,5 cm de diâmetro, a fim de manter as folhas paralelas ao fundo da placa (Figura 2). No centro de cada lâmina foram liberadas 50 fêmeas de *T. urticae* de idade desconhecida, obtidas de plantas de feijão. As unidades foram mantidas em condições controladas de temperatura e umidade ($25\pm1^{\circ}\text{C}$, $70\pm10\%$ de umidade relativa). Após 1, 6, 12 e 24 h, avaliou-se o número de ácaros em cada folíolo. Na última avaliação, contou-se também o número de ovos em cada folíolo.



Figura 2. Placa de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo os dois terços distais de um folíolo de cada genótipo de morangueiro.

2.4. Reprodução

Esta avaliação consistiu de um experimento em um delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (genótipos) e 10 repetições. Cada unidade experimental constou de um círculo de 22 mm de diâmetro, recortados de um folíolo maduro de um genótipo, sendo um círculo de cada genótipo posto em uma camada de espuma de náilon (cerca de 1 cm de altura) mantida

úmida pela adição periódica de água destilada, em uma placa de Petri (Figura 3). Em cada círculo foi liberada uma fêmea acasalada de *T. urticae* de dois dias de idade. A cada 3 – 4 dias a fêmea foi transferida para um novo folíolo do mesmo genótipo. As unidades foram mantidas sob as mesmas condições controladas de temperatura e umidade citadas na avaliação anterior. Avaliou-se a oviposição diária das fêmeas durante dez dias, retirando-se a cada dia os ovos postos desde a avaliação anterior.



Figura 3. Unidades experimentais utilizadas para a determinação da oviposição diária do ácaro rajado em cada genótipo de morangueiro.

2.5. Análise estatística

Os dados de cada avaliação foram comparados utilizando o programa estatístico R Development Core Team (2011), sendo as médias dos testes de oviposição e atratividade comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis ($p<0,05$), e as médias do teste em casa de vegetação comparadas pelo teste de Friedman ($p<0,05$). Na avaliação dos níveis de injúria, a cultivar ‘Oso Grande’ não foi comparada estatisticamente com os demais genótipos, pelo fato de ser representada por apenas três plantas, ao invés de seis, dos outros genótipos.

3. Resultados

3.1. Injúrias às plantas

Diferenças significativas foram observadas entre os tratamentos. Após 15 dias da infestação, a cultivar ‘IAC Guarani’ apresentou sintomas mais intensos de ataque que plantas de outros tratamentos, com médias indicando início de sintoma de ataque pelo ácaro (Tabela 1; Figura 4). A cultivar ‘IAC Princesa Isabel’ e os clones ‘IAC T-0104’, ‘IAC 12’ e ‘IAC 4’ não apresentaram sintomas de ataque pelo ácaro. Plantas da cultivar ‘Albion’ e do clone ‘IAC 1.13’ apresentavam início de sintomas de ataque, não diferindo estatisticamente entre si.

Trinta dias após a infestação, o padrão de resposta obtido neste trabalho permitiu a delimitação de um grupo mais afetado pelo ácaro rajado, constituído pelas cultivares ‘Albion’ e ‘IAC Guarani’, e um grupo menos afetado, constituído pela cultivar ‘IAC Princesa Isabel’ (Tabela 1; Figura 4). Os outros genótipos apresentaram sintomas intermediários, sobrepondo-se parcialmente com aqueles dois grupos. A cultivar ‘Oso Grande’ apresentou níveis de injúrias semelhantes às cultivares ‘Albion’ ‘IAC Guarani’, aos 15 e aos 30 dias.

Em relação à densidade populacional dos ácaros após 30 dias de infestação, os maiores níveis foram apresentados pela cultivar ‘Albion’, não se observando diferenças estatísticas entre os demais genótipos (Tabela 1). A cultivar ‘Oso Grande’ apresentou densidade populacional semelhante à da cultivar ‘Albion’.

Tabela 1. Sintomas de ataque após 15 e 30 dias de infestação (\pm desvio padrão) e número médio de ácaros por cm^2 (\pm desvio padrão) em oito clones de morangueiro.

Clone	Sintoma ¹		Número médio de ácaros/ cm^2
	Após 15 dias	Após 30 dias	
Guarani	2,5 \pm 0,1a	3,2 \pm 0,1a	8,1 \pm 1,4b
Albion	1,5 \pm 0,1b	3,2 \pm 0,1a	17,5 \pm 2,1a
1.13	1,5 \pm 0,1b	2,3 \pm 0,1ab	5,1 \pm 0,6b
4	1,0 \pm 0,0c	2,3 \pm 0,2ab	7,0 \pm 1,7b
T-0104	1,0 \pm 0,0c	2,0 \pm 0,1bc	4,2 \pm 0,8b
12	1,0 \pm 0,0c	2,0 \pm 0,2bc	4,8 \pm 1,0b
Princesa Isabel	1,2 \pm 0,1bc	1,5 \pm 0,1c	3,1 \pm 0,6b
Oso Grande ²	2,2 \pm 0,2	3,2 \pm 0,1	22,2 \pm 3,7

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Friedman ($p<0,05$).

¹Notas obtidas de acordo com a escala de nota apresentada por Lourenço *et al.* (2000).

²Não incluído no teste de Friedman.



Figura 4. Plantas de morangueiro após 30 dias de infestação com *Tetranychus urticae*. **A:** ‘Albion’, **B:** ‘IAC Guarani’; **C:** ‘Oso Grande’; **D:** ‘IAC Princesa Isabel’; **E:** ‘IAC T-0104’; **F:** ‘IAC 4’; **G:** ‘IAC 1.13’; **H:** ‘IAC 12’.

3.2. Preferência em teste de livre escolha

Diferenças significativas entre os tratamentos só passaram a ser observadas 6 horas após o início do estudo. Porém, o padrão observado pouco se alterou entre 12 e 24 horas; este padrão correspondeu ao maior número de ácaros na cultivar ‘IAC Guarani’ e ao menor número nos demais genótipos (Tabela 2).

Tabela 2. Número médio de fêmeas de *T. urticae* por folíolo em oito clones de morangueiro (\pm desvio padrão), em experimento de múltipla escolha conduzido em laboratório após 1, 6, 12 e 24 horas, e número médio de ovos por folíolo após 24 horas. T=25 \pm 1°C; UR=70 \pm 10%.

Clone	Número médio de fêmeas/folíolo			
	1h	6h	12h	24h
Guarani	6,4 \pm 1,2a	9,4 \pm 1,2a	10,0 \pm 1,2a	9,6 \pm 1,2a
Princesa Isabel	6,1 \pm 1,2a	7,3 \pm 1,2ab	6,6 \pm 1,1b	6,9 \pm 0,9ab
1. 13	4,6 \pm 1,2a	6,5 \pm 1,2b	6,7 \pm 1,2b	6,3 \pm 1,2b
Albion	3,4 \pm 1,0a	6,0 \pm 1,0bc	6,1 \pm 1,1b	6,2 \pm 1,0b
12	4,4 \pm 1,4a	5,6 \pm 1,4bc	5,7 \pm 1,5b	5,7 \pm 1,2b
Oso Grande	2,8 \pm 0,9a	5,1 \pm 0,9bc	5,4 \pm 0,8b	5,5 \pm 0,9b
4	3,9 \pm 0,6a	5,1 \pm 0,6bc	5,2 \pm 0,6b	4,9 \pm 0,6b
T-0104	2,8 \pm 0,8a	4,5 \pm 0,8c	4,3 \pm 0,8b	4,8 \pm 0,8b

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p<0,05$).

Uma correlação direta foi observada entre os números médios de ácaros nas contagens realizadas 6, 12 e 24 h após o início das observações (cada número correspondente a um genótipo) e o número médio de ovos após 24 h, com exceção da cultivar ‘IAC Guarani’. Para esta, o número de ovos postos esteve acima do que o esperado com base nas relação entre os números médios de ácaros e os números de ovos (Figura 5).

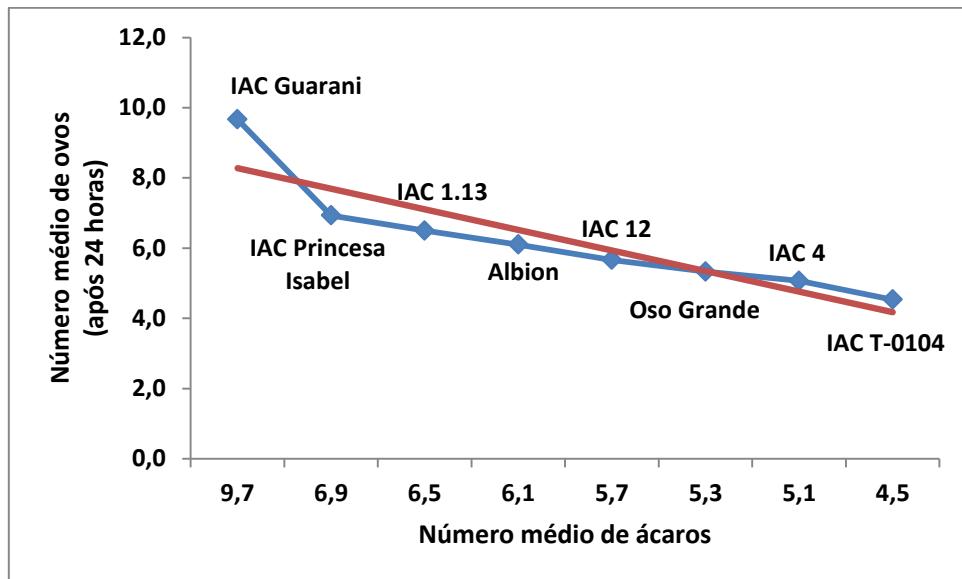


Figura 5. Número médio de ovos contabilizados após 24 h e número médio de ácaros das contagens realizadas (6, 12 e 24 horas) em teste de livre escolha nos 8 clones testados.

3.3. Reprodução

O maior nível de oviposição média diária foi observado na cultivar ‘Albion’, sendo esta seguida pelo grupo constituído pelos genótipos ‘IAC 1.13’ e ‘Oso Grande’, e em seguida pelo grupo constituído pelos genótipos ‘IAC Guarani’, ‘IAC T-0104’ e ‘IAC 12’. O grupo que exibiu a menor oviposição média foi constituído pelos genótipos ‘IAC Princesa Isabel’ e ‘IAC 4’ (Tabela 3). A sobrevivência média foi significativamente maior nos genótipos ‘Oso Grande’, ‘IAC 1.13’ e ‘IAC T-0104’, enquanto que ‘IAC Guarani’ apresentou a menor taxa de sobrevivência de todos os clones.

Tabela 3. Oviposição média (ovos/dia) e sobrevivência de fêmeas de *T. urticae* (\pm desvio padrão) em teste sem chance de escolha em oito clones de morangueiro, a $25\pm1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm10\%$ de umidade relativa.

Clone	Oviposição média de 10 dias	Sobrevivência (dias)
Albion	$6,8 \pm 0,3\text{a}$	$9,4 \pm 0,3\text{ab}$
1. 13	$6,3 \pm 0,2\text{ab}$	$9,7 \pm 0,3\text{a}$
Oso Grande	$6,1 \pm 0,2\text{ab}$	$9,9 \pm 0,1\text{a}$
Guarani	$5,9 \pm 0,3\text{bc}$	$8,3 \pm 0,4\text{c}$
T-0104	$5,7 \pm 0,2\text{bc}$	$9,7 \pm 0,2\text{a}$
12	$5,3 \pm 0,2\text{c}$	$9,5 \pm 0,3\text{ab}$
Princesa Isabel	$4,0 \pm 0,3\text{d}$	$8,5 \pm 0,5\text{bc}$
4	$3,9 \pm 0,2\text{d}$	$8,8 \pm 0,5\text{abc}$

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p<0,05$).

4. Discussão

Os novos clones utilizados neste presente trabalho foram desenvolvidos pelo Dr. Francisco Passos³, pesquisador do Instituto Agronômico de Campinas, que relatou que os clones ‘IAC 12’ e ‘IAC 4’ foram formados a partir de cruzamentos que utilizaram o clone ‘New Jersey 7335-5’. Este clone tem se demonstrado resistente ao ácaro rajado (Lourenção *et al.*, 2000). Segundo o mesmo pesquisador, ‘IAC 1.13’ foi obtido pelo cruzamento de ‘IAC Campinas’ x ‘Dover’, sendo a primeira cultivar também portadora de características de resistência ao ácaro. A origem do clone ‘IAC T-0104’ é desconhecida. Os resultados do presente estudo confirmam os de Lourenção *et al.* (2000) em relação ao menor efeito do ácaro rajado em plantas da cultivar ‘IAC Princesa Isabel’.

Resta, portanto, saber qual é a característica biológica do ácaro rajado afetada por cada um daqueles genótipos. Seriam aquelas diferenças relacionadas à diferença na preferência do ácaro

³Comunicação pessoal do Dr. Francisco A. Passos, IAC, Centro de Horticultura, 2015.

pelos distintos genótipos ou à sua capacidade de reprodução em cada um destes? A metodologia utilizada para a avaliação dos níveis de injúria do ácaro neste estudo impõe certas restrições em relação às possíveis conclusões relativas à sua preferência. Como as plantas de todos os genótipos foram inoculadas com o ácaro, este não teve a chance de uma possível escolha em função de diferenças na atração entre os genótipos.

No entanto, características de cada genótipo poderiam influir na preferência do ácaro após sua chegada à planta, podendo este tentar se locomover para outro local, após sua liberação, no caso de genótipos muito desfavoráveis. Uma possível justificativa para a locomoção seria a percepção pelos ácaros de odores desfavoráveis emitidos pelos folíolos, ou outros fatores, físicos bioquímicos ou outros, estimulando-os a se locomover para as partes superiores das plantas para a dispersão em busca de fontes mais adequadas de alimento. Os resultados do estudo de preferência sugeriram que os maiores níveis de ataque à cultivar 'IAC Guarani' pode ter sido pelo menos em parte determinados pela maior atração dos ácaros a esta cultivar. O mesmo poderia ser dito em relação à cultivar 'IAC Princesa Isabel', cujo nível de atração não diferiu estatisticamente daquele da cultivar 'IAC Guarani'. O fato da cultivar 'IA Princesa Isabel' mostrar os mais baixos níveis de sintoma sugerem que outro fator, não a preferência, seja responsável pelo pior desempenho do ácaro sobre este genótipo. A preferência também não parece ter sido um fator preponderante na determinação das injúrias elevadas às cultivares 'Albion' e 'Oso Grande', de vez que os altos níveis de injúrias observados sobre estas não corresponderam à determinação de elevada preferência do ácaro por estas.

Os resultados do estudo da reprodução sugerem que o menor nível de sintomas na cultivar 'IAC Princesa Isabel' possa ser devido ao menor nível de oviposição do ácaro sobre esta, o oposto podendo ser dito em relação às cultivares 'Albion' e 'Oso Grande'. Já para a cultivar 'IAC Guarani', a oviposição não parece ter sido um fator determinante para o elevado nível de injúria nesta cultivar.

Outros fatores poderiam estar influenciando a susceptibilidade de cada genótipo ao ataque do ácaro rajado, não tendo no entanto sido avaliados no presente estudo. Alguns destes são a taxa de sobrevivência e a velocidade de desenvolvimento do ácaro, além da possível presença de

ácaros predadores em plantas na casa de vegetação, os quais poderiam ter contribuído para o decréscimo populacional em alguns genótipos.

Os termos “resistente” e “tolerante” tem, neste estudo, os mesmos significados daqueles dados por De Ponti (1986), ou seja, uma planta resistente ao ácaro é aquela que tem a capacidade de reduzir a reprodução do mesmo, enquanto que a tolerância é percebida em plantas que são menos afetadas pela praga, mas, ao mesmo tempo, exibem alta população da praga. Dessa forma, o clone ‘IAC T-0104’ foi neste estudo classificado como muito tolerante ao ácaro, diferindo da conclusão de Lourenção *et al.* (2000), que o considerou resistente ao mesmo. A conclusão de Lourenção *et al.* (2000) de considerar a cultivar ‘IAC Princesa Isabel’ como resistente parece ter sido confirmada no presente estudo, pelos baixos níveis de injúria e de oviposição, apesar de ser esta tão preferida quanto a cultivar ‘Guarani’.

Os altos níveis de injúria das cultivares ‘Albion’, ‘IAC Guarani’ e ‘Oso Grande’ também foram observados por Lourenção *et al.* (2000). É importante ressaltar que a cultivar ‘IAC Princesa Isabel’ e ‘IAC Guarani’, apesar de apresentarem diferenças tão grandes quanto à suscetibilidade ao ácaro rajado, apresentam os mesmos progenitores (‘Alemanha’, ‘IAC Campinas’, ‘IAC Monte Alegre’, ‘Donner’, ‘Tahoe’, ‘Dr. Morère’ e ‘IAC 2747’), sendo muito semelhantes em relação ao ‘Pedigree’ (Conti *et al.*, 2002; Camargo *et al.*, 1993). Esse fato pode ser explicado pelas diferenças no processo seletivo que originou as cultivares, o qual apresentou alteração na ordem de cruzamentos.

A partir dos resultados dos testes, sugere-se que os diversos clones apresentam uma ou mais características morfológicas e/ou fisiológicas que afetam tanto a oviposição como a sobrevivência de *T. urticae*, de forma negativa ou positiva. Steinete & Ievinsh (2003), por exemplo, descreveram que os tricomas foliares glandulares podem ser tratados como estruturas morfológicas desencorajadoras da herbivoria, e sugeriram que, quando em situações de ataque pela praga, os mesmos liberariam enzimas oxidativas que estariam envolvidas na oxidação de seus próprios constituintes fenólicos, agindo como uma barreira física contra a reprodução da praga. Luczynkis *et al.* (1990) descreveram a relação entre o aumento de compostos fenólicos foliares e o decréscimo no desenvolvimento do ácaro rajado em morangueiros. Os mesmos

autores também indicaram que a oviposição do ácaro é negativamente afetada por tricomas não-glandulares, sendo possível que isso ocorra devido à redução do movimento do ácaro e dos locais de oviposição ou, alternativamente, à alteração do microclima na superfície da folha. Sances *et al.* (1979) afirmou que uma importante resposta da planta à infestação por ácaro rajado é o fechamento dos estômatos. Tais características, entre outras, podem ser transmitidas através de cruzamentos realizados em programas de melhoramento genético. Dessa forma, essas estruturas, assim como outras características do vegetal, podem ter influenciado nos resultados obtidos neste trabalho. No caso de ‘IAC Guarani’, por exemplo, foi possível observar maior turgidez e maciez nas folhas quando em comparação com os outros genótipos, o que pode ter influenciado na preferência dos ácaros por essa cultivar.

Outro fator que pode estar associado a essas diferenças de resistência é o custo adaptativo dos herbívoros, pois os mesmos levam um determinado tempo para se adequar ao novo hospedeiro. Alguns estudos não consideram os custos de adaptação dos herbívoros na avaliação da resistência de plantas, especialmente quando esses herbívoros, anteriormente, foram mantidos em plantas de espécies diferentes em relação aos utilizados nos experimentos (Underwood & Rausher, 2000; Rovenska *et al.*, 2005). No caso da cultivar ‘IAC Guarani’, o fato de ter sido a multiplicação do ácaro rajado feita sobre esta para a infestação inicial das plantas no estudo dos níveis de injúria também pode ter influenciado os resultados, de forma que o ácaro já estivesse “acostumado” a esta cultivar (susceptibilidade induzida). Isto pode ter determinado (pelo menos em parte) os níveis mais elevados de injúria e de preferência (mas não de oviposição) sobre esta cultivar no presente estudo.

3. Considerações finais

Como conclusão deste trabalho, pode se dizer que a cultivar ‘IAC Princesa Isabel’ seria a mais indicada tanto para programas de melhoramento que visem à obtenção de material com resistência ao ácaro rajado, como ao manejo integrado de pragas, pois foi a que apresentou menores índices de oviposição em laboratório e colonização em casa de vegetação. Os clones

‘IAC T-0104’ e ‘IAC 12’ foram classificados como muito tolerantes ao ácaro rajado; ‘IAC 1.13’ e ‘IAC 4’ apresentaram média tolerância ao ácaro. Por outro lado, os clones ‘IAC Guarani’, ‘Oso Grande’ e ‘Albion’ foram aqui classificados como susceptíveis. Dessa forma, fica evidente que projetos de melhoramento genético de morangueiros são de extrema importância, pois são capazes de originar clones que contribuirão para o manejo integrado de pragas, de forma a diminuir o uso de agroquímicos.

4. Referências

BERGELSON, J.; PURRINGTON, C.B. Surveying costs of resistance in plants. **Amer Naturalist**, v. 148, p. 536-558. 1996.

CAMARGO, L. de S.; PASSOS, F.A. MORANGO. In: FURLANI, A.M.C. & VIÉGAS, G.P. (Eds.) O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico. Campinas, Instituto Agronômico, p. 411-432. 1993.

CAVALCANTI, S. C. H.; NICULAU, E. S.; BLANK, A. F.; CÂMARA, C. A. G.; ARAÚJO, I. N.; ALVES, P. B. (2010) Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Bioresouce Technology**. New York, v. 101, p. 829-832. 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.053>>. Acesso em 20 de Maio de 2015.

CONTI, José Henrique; MINAMI, Keigo, TAVARES, Flavio Cesar Almeida. Comparação de caracteres morfológicos e agronômicos com moleculares em morangueiros cultivados no Brasil. **Hortic. Bras.** v. 20, n.3, p. 419-423. 2002. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000300004>>. Acesso em 2 de Novembro de 2015.

De PONTI, O.M.B. Host Plant Resistance and its Manipulation through Plant Breeding. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (ed.) **Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control**. Amsterdam: Elsevier, cap. 3.3, p. 395-403. 1986.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site_tpl_paginas_internas&id=7916#.VNoHfvnFSp> Acesso em 10 Fevereiro de 2015.

FADINI, M.A.M.; LEMOS, W.P.; PALLINI, A.; VENZON, M.; MOURAO, A.S. Herbivoria de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) induz defesa direta em morangueiro? **Neotrop Entomol**, v. 33, p. 293–297. 2004.

GIANOLI, E. A phenotypic trade-off between constitutive defenses and induced responses in wheat seedlings. **Ecoscience**, v. 9, p. 482–488. 2002.

KIELKIEWICZ, M. Susceptibility of previously damaged strawberry plants to mite attack. **Entomol Exp Appl**, v. 47, p. 201–203, 1988

LOURENÇÂO, A.L.; MORAES, G.J. de; PASSOS, F.A.; AMBROSANO, G.M.B.; SILVA, L.V.F. Resistência de morangueiros a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 339-346. 2000.

LUCZYNSKI, A.; ISMAN, M.B., RAWORTH, D.A.; CHAN, C.K. Chemical and morphological factors of resistance against the twospotted spider mite in beach strawberry. **J. Econ. Entomol.** v. 83, p. 564-569. 1990.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2011.

ROVENSKA, G.Z.; ZEMEK, R.; SCHMIDT, J.; HILBECK, A. Altered host plant preference of *Tetranychus urticae* and prey preference of its predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on transgenic Cry3Bb-eggplants. **Biological Control**, v. 33, p. 293–300. 2005.

SANCES, F.V; WYMAN, J.A.; TING, I.P. Morphological responses of strawberry leaves to infestation of Twospotted spider mite. **J. Econ. Entomol.** v. 72, p. 710-713. 1979.

SATO, M.E.; SILVA, M.Z.; SILVA, R.B.; SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a Abamectin e Fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 76, n.2 , p. 217-223. 2009. Disponível em <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v76_2/sato.pdf>. Acesso em 20 de Novembro de 2015.

SILVA, V. F.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; NETO, A. C. G.; MACIEL, G. M.; NÍZIO, D. A. C.; SILVA, V. A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 1262-1269. 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001000008>>. Acesso em 4 de Junho de 2015.

STEINITE, I.; LEVINSH, G. Possible role of trichomes in resistance of strawberry cultivars against spider mite. **Acta Universitatis Latviensis**, v. 662, p. 59–65. 2003.

THALER, J.S.; KARBAN, R. A phylogenetic reconstruction of constitutive and induced resistance in *Gossypium*. **Am Nat**, v. 149, p. 1139–1146. 1997.

THALER, J.S., FIDANTSEF, A.L.; DUFFEY, S.S.; BOSTOCK, R.M. Trade-offs in plant defense against pathogens and herbivores: a field demonstration of chemical elicitors of induced resistance. **J. Chem. Ecol.**, v. 25, p. 1597-1609. 1999.

TRAW, M.B. Is induction response negatively correlated with constitutive resistance in black mustard? **Evolution**, v. 56, p. 2196–2205. 2002.

UNDERWOOD, N., RAUSHER, M.D. The effects of host-plant genotype on herbivore population dynamics. **Ecology**, v. 81, p. 1565–1576. 2000.