

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**SELEÇÃO DOS GENÓTIPOS DE TOMATEIROS AFRICANOS
RESISTENTES AO ÁCARO *Tetranychus evansi* (ACARI:
TETRANYCHIDAE)**

Patrice Jacob Savi

Engenheiro Agrônomo

Jaboticabal-SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**SELEÇÃO DOS GENÓTIPOS DE TOMATEIROS AFRICANOS
RESISTENTES AO ÁCARO *Tetranychus evansi* (ACARI:
TETRANYCHIDAE)**

Patrice Jacob SAVI

Orientador: Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade

Co-Orientador: Prof. Dr. Gilberto José de Moraes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP-Câmpus de Jaboticabal como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PATRICE JACOB SAVI – Filho de Martin Savi e Beatrice Lokossou, nasceu em 17 de março de 1991 em Ifangni, Departamento do Plateau, Benin. É Engenheiro Agrônomo graduado pela Escola Nacional Superior das Ciências e Tecnologia Agrárias de Djougou (ENSTA-DJ), Universidade de Parakou, em 2012. De 2009 a 2012, durante a graduação, desenvolveu atividades de pesquisa na área de Agronomia, com ênfase em agricultura orgânica sob a orientação do Prof. Dr. Fabien Hountondji. Foi aprovado no Mestrado pelo Programa de Estudantes-Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG) sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em março de 2016, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Entomologia Agrícola pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP/FCAV, câmpus de Jaboticabal, estado de São Paulo, atuando em pesquisas relacionadas à Acarologia Agrícola sob orientação do Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade e co-orientação do Prof. Dr. Gilberto José de Moraes. Foi aprovado no processo seletivo para cursar o Doutorado na mesma Instituição e Programa de Pós-Graduação, com início em março de 2018.

S267s Savi, Patrice Jacob
Seleção dos genótipos de tomateiros africanos resistentes ao ácaro
Tetranychus evansi (Acari: Tetranychidae) / Patrice Jacob Savi. --
Jaboticabal, 2018
viii, 79 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientador: Daniel Júnior de Andrade
Co-orientador: Gilberto José de Moraes
Banca examinadora: Mário Eidi Sato, Raphael de Campos Castilho
Bibliografia

1. Ácaro-vermelho-do-tomateiro. 2. Antibiose. 3. Não preferência.
4. *Solanum* spp. 5. Tricomas. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.42:635.64

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SELEÇÃO DOS GENÓTIPOS DE TOMATEIROS AFRICANOS
RESISTENTES AO ÁCARO *Tetranychus evansi* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

AUTOR: PATRICE JACOB SAVI

ORIENTADOR: DANIEL JUNIOR DE ANDRADE

COORIENTADOR: GILBERTO JOSÉ DE MORAES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. MÁRIO EIDI SATO
SAA / Instituto Biológico - Campinas/SP



Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2018

“Lá na frente você entenderá algumas coisas que você não entende, e às vezes não aceita.

Lá na frente você verá que aquilo que você julgou não ter dado certo, na verdade deu, resultou em um livramento.

Lá na frente você olhará para trás e perceberá que tudo o que aconteceu, teve um propósito maior.

Lá na frente quando toda a tempestade passar, e o vento acalmar, você perceberá que nunca esteve só e que até no silêncio, Deus estava ouvindo a sua voz embargada dizendo: Deus me ajuda!

E lá na frente, você olhará para o céu e dirá: Deus obrigado!”

Autor desconhecido

Dedico

A **Jeová Deus**, por ter me dado vida, conhecimento, sabedoria, orientação e perseverança diária. E principalmente por estar presente em todos os momentos, dando-me força e coragem pra enfrentar os problemas e chegar até aqui;

À minha família pelo apoio incondicional e compreensão durante a minha estadia longe de casa;

Ofereço especialmente ao Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade e ao Prof. Dr. Gilberto José de Moraes pelos preciosos ensinamentos e orientação, bem como pela confiança em mim depositada e pela colaboração no processo de aprovação do material vegetal proveniente do Benin pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA).

AGRADECIMENTOS

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade, não só pela constante orientação neste trabalho, mais, sobretudo pela compreensão, apoio, contribuição ao meu crescimento profissional e principalmente pela grande amizade;

Ao estimado Prof. Dr. Gilberto José de Moraes, meu primeiro contato no Brasil que acreditou em mim, e pela valiosa ajuda no meu aceite no Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Entomologia Agrícola (PPG-EA) da Universidade, além da sua co-orientação nesta dissertação e amizade;

Ao Prof. Dr. Fabien C.C. HOUNTONDJI, meu orientador de graduação pela ajuda na documentação de concorrência pela Bolsa do Programa PEC-PG;

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP/FCAV, juntamente ao PPG-EA pela oportunidade da realização do curso de Mestrado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq (Processo: 190160/2015-2) pela concessão da bolsa de estudos por meio do Programa de Estudantes-Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG) durante o Mestrado;

Aos Coordenadores do PPG-EA, Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes e Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho por acreditarem em mim;

Ao corpo docente do PPG-EA, pelos ensinamentos, conhecimentos e experiências transmitidas;

Aos professores, Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho e Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior, pela valiosa participação e contribuição durante meu Exame Geral de Qualificação;

Ao Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior, pelas contribuições e sugestões na elaboração do Projeto de Pesquisa;

Ao Prof. Dr. Rogério Falleiros Carvalho, pela colaboração na execução dos trabalhos;

Aos colegas Cirano C. Melville, Matheus R. Morais, Samuel C. de Andrade, Ingrid Amaral, Fabiano A. Silva, Yoandry R. Rivero, Jaqueline F. Della Vechia, Gustavo Wallace, Sidnéia T. S. de Matos, Fernando B. Silva, que muito me ajudaram na aprendizagem do português e a realização dos experimentos laboratoriais deste trabalho;

Aos estagiários e amigos Samuel F. Zampa, Bárbara Gomes pela imensa ajuda em todos os experimentos realizados;

À Dra. Alessandra Marielli Vacari e ao doutorando Luciano Nogueira da UNESP/FCAV, pelo apoio na realização das análises estatísticas;

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade, pela ajuda oferecida e a todos que fazem parte da UNESP/FCAV;

À todos que de alguma forma facilitaram a realização deste trabalho o meu eterno agradecimento.

Muito Obrigado!

Sumário

	Página
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTAS DAS FIGURAS	viii
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. A cultura do tomateiro	3
2.1.1. Origem e história.....	3
2.1.2. Descrição botânica do tomateiro.....	4
2.1.3. Importância econômica da cultura do tomateiro.....	5
2.2. Ácaros como pragas agrícolas	6
2.3. Ácaros fitófagos em tomateiro.....	6
3. O ácaro <i>Tetranychus evansi</i>	6
3.1. Origem e distribuição.....	7
3.2. Aspectos morfológicos	8
3.3. Aspectos biológicos.....	9
3.4. Aspectos ecológicos.....	10
3.5. Plantas hospedeiras e formas de dispersão de <i>Tetranychus evansi</i>	11
3.6. Modo de alimentação e danos causados por <i>Tetranychus evansi</i>	12
3.7. Estratégias empregadas para o manejo de <i>Tetranychus evansi</i>	13
3.7.1. Controle químico.....	13
3.7.2. Controle biológico	13
3.7.3. Resistência dos genótipos de tomateiro ao ácaro <i>Tetranychus evansi</i>	15

4. Referências.....	18
CAPÍTULO 2 - TRICOMAS FOLIARES DE GENÓTIPOS DE TOMATEIROS <i>Solanum</i> spp. AFRICANOS E SUL AMERICANOS AFETAM A ATRATIVIDADE E OVIPOSIÇÃO DE <i>Tetranychus evansi</i> (ACARI: TETRANYCHIDAE)?.....	30
Resumo.....	31
ABSTRACT.....	32
1. Introdução.....	33
2. Material e Métodos.....	34
2.1. Densidade e tipos de tricomas em genótipos de tomateiro.....	36
2.2. Atratividade e oviposição de <i>Tetranychus evansi</i>	36
2.2.1. Teste com chance de escolha.....	36
2.2.2. Teste sem chance de escolha.....	37
2.3. Análise dos dados.....	38
3. Resultados e Discussão.....	39
3.1. Atratividades e oviposição de <i>Tetranychus evansi</i>	43
3.1.1. Com chance de escolha.....	43
3.1.2. Teste sem chance de escolha.....	45
4. Referências.....	50
CAPÍTULO 3 - HISTÓRIA DE VIDA E PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DO ÁCARO <i>Tetranychus evansi</i> BAKER & PRITCHARD (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM GENÓTIPOS DE TOMATEIRO	55
Resumo.....	56
Abstract.....	57
1. Introdução.....	58
2. Materiais e Métodos.....	59
2.2. História de vida.....	61
2.3. Parâmetros demográficos.....	62
2.4. Análise da tabela de vida.....	63
2.5. Análise estatística.....	63
3. Resultados.....	63
3.1. Desenvolvimento das fases imaturas.....	63
3.2. Fecundidade e tempo de longevidade.....	66
3.3. Tempo de pré- oviposição, oviposição e pós-oviposição.....	67
3.4. Viabilidade e razão sexual.....	67

3.5. Parâmetros da tabela de vida de fertilidade.....	69
4. Discussão.....	71
6. Refêrencias	76
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	79

SELEÇÃO DOS GENÓTIPOS DE TOMATEIROS AFRICANOS RESISTENTES AO ÁCARO *Tetranychus evansi* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

RESUMO - O ácaro-vermelho-do-tomateiro, *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae), foi introduzido em diversos países da África e da Europa a partir da América do Sul. Nesses países, este ácaro encontrou condições favoráveis ao seu desenvolvimento e se tornou uma das principais pragas do tomateiro, podendo causar perdas de produtividade de até 90%. Devido ao seu elevado potencial biótico, o controle desse ácaro é dificultado pela baixa eficiência dos produtos empregados e pelas populações resistentes aos acaricidas. Dessa forma, o uso de plantas resistentes se torna essencial como uma alternativa ideal de controle, uma vez que permite a manutenção da praga em níveis inferiores aos de dano econômico, minimizando o impacto ambiental do uso de acaricidas e diminuindo os custos de produção. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de tomateiro provenientes da África que confirmam resistência ao ácaro *T. evansi* utilizando os genótipos sul americanos de tomateiros selvagens como testemunha. Foram avaliados cinco genótipos de tomateiros comerciais *Solanum lycopersicum* L. oriundos do Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), sendo var. AKIKON, var. TOUNVI, var. KEKEFO oriundos do Benin, var. TOML4 oriundo do Senegal, var. TLCV15 oriundo da República Democrática de Congo, e os genótipos selvagens sul americanos: *Solanum pennellii* Correll LA-716 e *Solanum habrochaites* Knapp e Spooner var *glabratum* (PI134417 e PI134418) oriundos do Instituto Agrônomo de Campinas, SP-Brasil. Foram realizados experimentos de preferência para atratividade e para a oviposição com chance e sem chance de escolha em laboratório, assim como a relação com a densidade de tricomas foliares com a preferência do ácaro foram realizados. Foi realizado também um experimento de resistência por antibiose mediante a duração dos estádios de desenvolvimento, oviposição, viabilidade de ovos, sobrevivência nesses genótipos mantidos em câmara climatizada. Os genótipos de tomateiro africanos (AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4 e TLCV15) possuem maior densidade de tricomas não glandulares especialmente o tipo Va, o que proporcionou maior preferência para atratividade e oviposição do ácaro *T. evansi* ao comparar com os resultados dos genótipos sul americanos de tomateiros (LA-716 e PI134417). Nenhum dos genótipos africanos testados apresentou resistência por antibiose. De acordo com nível de resistência dos genótipos testados porém, os selvagens da América do Sul (PI134417 e PI134418) foram altamente resistentes ao ácaro, os genótipos de tomateiro africanos TLCV15 e TOML4 foram moderadamente resistentes, enquanto AKIKON foi suscetível e os genótipos TOUNVI e KEKEFO foram altamente suscetíveis ao ácaro vermelho.

Palavras-chave: ácaro-vermelho-do-tomateiro, antibiose, não preferência, *Solanum* spp, tricomas

SELECTION OF AFRICAN TOMATO GENOTYPES RESISTANT TO SPIDER MITE *Tetranychus evansi* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

ABSTRACT - The tomato red spider mite *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard (Acari: Tetranychidae) was introduced in several countries of Africa and Europe from South America. In these countries, this mite found favorable conditions for its development and becomes one of the main pests of tomato, which can cause yield losses of up to 90%. Due to its high biotic potential, the control of this mite is difficultated by the low efficiency of the chemicals used and populations resistant to acaricides. Thus, the use of resistant plants becomes essential as an ideal control alternative, since it allows the pest to be kept at levels below the economic threshold, minimizing the environmental impact of the use of acaricides and reducing production costs. Therefore, the aim of this study was to select African tomato genotypes that confers resistance to red spider mite using the South American tomato genotypes as a control. Five commercial tomato genotypes of *Solanum lycopersicum* L. from Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) were evaluated: var. AKIKON, var. TOUNVI, var. KEKEFO from Benin, var. TOML4 from Senegal, var. TLCV15 from the Democratic Republic of Congo, and two wild tomato genotypes from South America: *Solanum pennellii* Correll LA-716 and *Solanum habrochaites* Knapp & Spooner f. *glabratum* (PI134417 and PI134418) from the Instituto Agronômico de Campinas, SP, Brasil. No-preference bioassay for attractiveness and oviposition was conducted in free choice and no choice tests as well as the relationship of the density of leaf trichomes with the preference of the red spider mite were realized. It was also carried out the antibiosis resistance bioassay evaluating immature development time, oviposition rate, egg viability and survival of *T. evansi* in these genotypes maintained under controlled laboratory conditions. African tomato genotypes (AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4 e TLCV15) have a higher density of non - glandular trichomes especially type Va, which provided higher attractiveness preference and oviposition of the *T. evansi* mite when compared to the results of the South American (LA-716 and PI134417) tomato genotypes. None of the African tomato genotypes tested showed antibiosis resistance. According to the resistance level of the genotypes tested, South American tomato genotypes PI134417 and PI134418 were highly resistant to the red spider mite, African tomato genotypes TLCV15 and TOML4 were less suitable hosts for *T. evansi*, while AKIKON was suitable host and TOUNVI and KEKEFO were most suitable hosts for red spider mite.

Keywords: tomato red spider mite, antibiosis, non-preference, *Solanum* spp, trichome

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Tipos e densidade de tricomas glandulares e não glandulares (\pm EP) em mm ² de superfície foliar encontrados nos genótipos de tomateiros <i>Solanum</i> spp.....	40
Tabela 2. Número médio de ácaros vivos e de ovos totais de <i>Tetranychus evansi</i> (\pm EP) obtidos em folíolos de genótipos de tomateiro, em teste com chance de escolha. Temperatura 25 \pm 1° C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.	44
Tabela 3. Número médio de ácaros vivos e de totais de ovos de <i>Tetranychus evansi</i> (\pm EP) obtidos em folíolos de genótipos de tomateiro em teste sem chance de escolha. Temperatura 25 \pm 1° C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.	45
Tabela 4. Correlação (r) entre os números de ácaros atraídos, de ovos e de ácaros mortos de <i>Tetranychus evansi</i> , com os números de tricomas de vários tipos, de tomateiros em testes com chance e sem chance de escolha. Temperatura 25 \pm 1 °C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.....	49
Tabela 5. Tempo de desenvolvimento (\pm EP) em dias do ácaro <i>Tetranychus evansi</i> em diferentes genótipos do tomateiro. Temperatura 25 \pm 1,0 °C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.	65
Tabela 6. Fecundidade (produção de ovos por fêmea e produção diária de ovos) (\pm EP) e tempo de longevidade (\pm EP) de adulta fêmea e macho (dias) de <i>Tetranychus evansi</i> em genótipos de tomateiros. Temperatura 25 \pm 1,0 °C; UR = 70 \pm 10%; Fotofase: 12 horas.	67
Tabela 7. Tempo de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de <i>Tetranychus evansi</i> em genótipos de tomateiro comercial. Temperatura 25 \pm 1,0 °C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.....	68

Tabela 8. Tabela de vida de fertilidade de <i>Tetranychus evansi</i> em diferentes genótipos de tomateiros a $25^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de Umidade Relativa (UR) e fotofase de 12 horas.	69
--	----

LISTAS DAS FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribuição geográfica do ácaro <i>Tetranychus evansi</i>	8
Figura 2. Número de espécies em cada família de plantas hospedeiras com mais uma espécie / família associada à <i>Tetranychus evansi</i>	12
Figura 3. (A) Disposição dos discos foliares em uma placa de Petri de 15 cm de diâmetro no experimento com chance de escolha e (B) disco foliar sob coluna de água em placa de Petri de 5,5 cm de diâmetro no experimento sem chance de escolha.	38
Figura 4. Mortalidade do ácaro <i>Tetranychus evansi</i> nos genótipos de tomateiros no teste sem chance de escolha.	46
Figura 5. Placas de Petri de 5,5 cm de diâmetro contendo 1 disco de 30 mm de diâmetro dos genótipos avaliados.	62
Figura 6. Porcentagem de sobrevivência do ácaro <i>Tetranychus evansi</i> ao longo das fases de desenvolvimento em genótipos de tomateiro.	66
Figura 7. Viabilidade dos ovos e razão sexual do ácaro <i>Tetranychus evansi</i> nos genótipos de tomateiros.	68
Figura 8. Número médio de descendentes fêmeas (mx) e taxa de sobrevivência (lx) de <i>Tetranychus evansi</i> em genótipos de tomateiro.	70

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L. é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo, sendo superada apenas pelo cultivo da batata (JAITEH; KWOSEH; AKROMAH, 2012). É cultivado tanto para consumo *in natura* quanto para produção de produtos industrializados, por ter elevado valor nutricional e diversos usos na culinária (LATERROT; PHILOUZE, 2003). Além disso, a cultura do tomate apresenta grande importância socioeconômica, por possibilitar maior rendimento aos produtores hortícolas e por auxiliar na fixação do homem no campo (ALVARENGA, 2013).

Em 2016, a produção mundial de tomates totalizou 177,04 milhões de toneladas. A China, principal produtora de tomates, foi responsável por 31% da produção mundial. A Índia e os Estados Unidos seguiram como segundo e terceiros maiores produtores de tomates no mundo (FAOSTAT, 2016).

Na escala continental, os países da Ásia respondem por 106.486.015 toneladas (60%) da produção total, seguido pela América com 26.094.425 toneladas (14,7%), Europa com 24.169.570 toneladas (13,65%), África com 19.792.182 toneladas (11,1%), sendo a África Ocidental responsável por 3.664.155 toneladas (2,1%), e a Oceania por 500.167 toneladas (0,3%) (FAOSTAT, 2016).

Apesar de todo potencial que a cultura apresenta, necessita de muitos cuidados, uma vez que está sujeita a elevado número de doenças e pragas, exigindo medidas de manejo do plantio à colheita (ALVARENGA, 2013). É um dos setores agrícolas que mais consome produtos fitossanitários por área, com um gasto médio de R\$ 3.961,67/ha/ano no Brasil (AGRIANUAL, 2015).

Dentre os artrópodes-praga que causam danos aos cultivos agrícolas destacam-se os ácaros tetraníquideos, que até segunda Guerra Mundial apresentavam importância secundária (GERSON; WEINTRAUB, 2007). Entretanto, com o uso intensivo de agrotóxicos sintéticos para o manejo de pragas, estes organismos atingiram o *status* de pragas importantes em diversas culturas a nível mundial, sendo, por exemplo, praga-chave na cultura do tomateiro (AGUIAR-MENEZES, 2007; GERSON; WEINTRAUB, 2007).

Dentre os tetraniquídeos, uma das espécies mais importantes é *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), popularmente conhecida no Brasil como ácaro-rajado. Populações dessa espécie foram selecionadas para a resistência a um grande número de acaricidas em todo o mundo, o que tem dificultado seu manejo (VAN LEEUWEN et al., 2008). Outro motivo que levou os tetraniquídeos a se tornarem pragas-chave em muitos cultivos foi o aumento do comércio internacional, o que permitiu a disseminação destes organismos para fora da sua área de origem (FURTADO et al., 2007). Ao encontrar condições favoráveis para seu desenvolvimento nesses novos ambientes, esses ácaros puderam atingir altos níveis populacionais em um curto período de tempo. Um exemplo é o ácaro *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae), espécie que pode causar perdas de produtividade de até 90% nas regiões produtoras de tomate na África. O controle químico ainda é o principal método de manejo empregado para o controle dessa praga no continente africano, com resultados insatisfatórios (SIBANDA et al., 2000; AZANDÉMÈ-HOUNMALON et al., 2015). Essas aplicações, além de levarem ao desequilíbrio biológico no ecossistema, são nocivas à saúde do trabalhador rural e do consumidor, e oneram o custo de produção devido ao grande impacto financeiro que o uso desses produtos acarreta, representando 8,1% do custo total da produção (FAEG, 2013).

Na tentativa de reduzir o uso desses produtos químicos, métodos alternativos de controle, como o uso de genótipos de tomateiro resistentes, tem demonstrado resultados promissores no controle de artrópodes-praga (RESENDE et al., 2009; DIAS et al., 2013; NEIVA et al., 2013). O uso dos genótipos resistentes tem sido cada vez mais estudado como forma segura e econômica, para garantir que populações de pragas não atinjam o nível de dano econômico, reduzindo o uso de agrotóxicos e os custos de produção. Entretanto, na maioria dos países africanos, como Benin, estudos relacionados ao uso dos genótipos resistentes para o controle de ácaros são escassos.

Nesse sentido, e diante da necessidade de minimizar os danos causados pelo ácaro *T. evansi* na cultura do tomateiro, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de genótipos africanos de tomateiro ao ácaro *T. evansi*.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A cultura do tomateiro

2.1.1. Origem e história

O tomateiro é uma planta anual pertencente à família Solanaceae (GUIGNARD, 2001) e tem como centro de origem a região andina que abrange parte do Chile, Colômbia, Equador, Bolívia e Peru (CURRENCE, 1963). A planta foi introduzida no México há mais de 2.000 anos, provavelmente por índios que migraram para o norte. Neste país iniciou-se a domesticação do tomateiro, sendo o México considerado o centro de origem secundário dessa planta (BAIER, 2012). Botânicos acreditam que a planta já era cultivada pelos incas e astecas há cerca de 1.300 anos antes da chegada dos espanhóis na América (CURRENCE, 1963).

O tomateiro foi introduzido na Europa pelos espanhóis no início do século XVI. Numa tentativa de aproveitar a planta, os espanhóis desprezaram os frutos e experimentaram como alimentação as folhas e os ramos. Os resultados foram desastrosos, contribuindo para intensificar a rejeição à planta. Por volta de 1531, a corte espanhola através de um edito real liberou o uso da planta exclusivamente para utilização como ornamental. Assim, do século XVI até início do século XVII, o tomateiro foi cultivado nos jardins da Inglaterra, Itália, Espanha e França, como planta ornamental, devido à beleza dos frutos. Foi chamado também de “pomme d’amour” ou maçã do amor (ALVARENGA, 2013; FILGUEIRA, 2008).

Em 1544, o veneziano Matthioli realizou um trabalho considerável de seleção a fim de obter as frutas de tomates amarelos para consumo humano, assim apareceu o nome “*Pomi d’oro*” ou “maçã dourada”. Com o passar do tempo, o tomate integrou-se profundamente à gastronomia dos europeus, sendo usado amplamente em pizzas, saladas e com azeite, sal e condimentos. Graças à migração dos europeus para o continente americano, a tradição culinária foi introduzida na América do Norte. A difusão e o incremento no consumo começaram em meados do século XIX, e o uso do tomate na culinária expandiu-se mais tarde para o norte e leste da Europa e, finalmente, se espalhou para a África subsaariana e a Ásia do Sul e do Leste. Porém, na China, o tomateiro foi considerado uma cultura agrícola somente no século XX (PHILOUSE, 2002).

2.1.2. Descrição botânica do tomateiro

Taxonomicamente, o tomateiro é uma dicotiledônea pertence à ordem Tubiflorae, família Solanaceae e ao gênero *Solanum*. A primeira denominação científica do tomateiro foi dada por Linnaeus, que o classificou genericamente de *Solanum lycopersicum* L., que significa “pêssego de lobo” na língua grega (PERALTA, 2006). Por sua vez, Miller (1753) usando o sistema binomial, reclassificou o tomate como sendo do gênero *Lycopersicon* MILLER (1754). Entretanto, estudos baseados em técnicas moleculares utilizando DNA mitocondrial, chegaram a resultados que demonstraram que os tomateiros e as outras espécies do gênero *Solanum*, tais como as batatas, estão muito relacionados filogeneticamente, apoiando a partir daí à inclusão das espécies de tomate novamente dentro do gênero *Solanum*, retornando para a nomenclatura inicialmente imposta por Linnaeus (*S. lycopersicum* L.) (PERALTA, 2006).

De acordo com Alvarenga (2013), o tomateiro é uma planta perene de porte arbustivo que se cultiva como anual. A planta apresenta um caule flexível, com abundante ramificação lateral e é coberto por pelos glandulares e não glandulares provenientes da epiderme (FILGUEIRA, 2000). O desenvolvimento da planta pode ocorrer em forma rasteira, semiereta ou ereta. O sistema radicular do tomateiro é constituído de raiz principal ou pivotante que pode atingir 1,5 m de profundidade e raízes secundárias que se desenvolvem rapidamente para se tornar mais ramificadas e superficiais (ALVARENGA, 2013). Segundo Melo et al. (2014), a arquitetura da planta é caracterizada por dois tipos de hábito de crescimento o determinado e o indeterminado. Nas cultivares de crescimento determinado, o ramo principal cresce mais que as ramificações laterais, enquanto as cultivares de crescimento indeterminado são caracterizadas pelo crescimento contínuo e indefinido do ramo principal (FILGUEIRA, 2000). As cultivares de hábito de crescimento determinado são adaptadas ao sistema de cultivo rasteiro, em outras palavras, são as cultivares apropriadas para produtos industrializados (MELO et al., 2014). Por sua vez, as cultivares indeterminadas são adequadas ao consumo fresco e as plantas são tutoradas e podadas. Os frutos possuem a coloração vermelha

devido a produção de um carotenoide denominado licopeno, que possui ação anticancerígena, por atuar como antioxidante natural (FILGUEIRA, 2008).

O tomateiro engloba 13 espécies agrupadas em dois complexos de acordo com o grau de facilidade de cruzamento; o complexo *Esculentum* e o complexo *Peruvianum* (MELO et al., 2014). O complexo *Esculentum* abrange *S. lycopersicum*, *Solanum cheesmanie* (L. Riley, Forsberg); *Solanum pimpinellifolium* L.; *Solanum chmielewskii* (D.M. Spooner, G.J. Anderson e R.K. Jansen); *Solanum habrochaites* S.Knapp e D.M. Spooner e *Solanum pennellii* Correll. Por sua vez, o complexo *Peruvianum* inclui as espécie *Solanum chilense* (Dunal) Reiche; *Solanum peruvianum* L.; *Solanum arcanum* Peralta; *Solanum cornrliomuelleri* J.F. Macbr; *Solanum huaylasense* Peralta (MELO et al., 2014).

2.1.3. Importância econômica da cultura do tomateiro

No ano de 2016 a tomaticultura ocupou a 11^a posição entre as principais culturas produzidas mundialmente, com uma produção total de 177,04 milhões de toneladas, gerando 96,3 bilhões de dólares (FAOSTAT, 2016). A China, Índia e Estados Unidos são os maiores produtores desta hortaliça, enquanto na África destaca-se o Egito como um grande produtor (FAOSTAT, 2016). Países como Turquia, Itália, Espanha e Brasil também são grandes produtores mundiais de tomate (FAOSTAT, 2016).

No Benin, essa cultura desempenha um papel socioeconômico importante, pois representa mais de 50% da produção total de hortaliças do país (SIKIROU et al., 2015). De acordo com os dados do Ministério da Agricultura do Benin, o tomateiro é cultivado em todo o território nacional, com alta concentração na parte sul e extremo norte do país. Entre os 15 países que constituem a África Ocidental, Benin ocupa a terceira posição quanto à produção de tomate, produzindo, em 2016, 335.412 toneladas em uma área de 40.177 ha, precedido apenas por Gana (366.772 toneladas) e Nigéria (2.243.228 toneladas) (FAOSTAT, 2016). Entretanto, a produção de tomate na maioria dos países da África Ocidental não é suficiente para suprir a demanda nacional, sendo necessária a importação de países vizinhos.

2.2. Ácaros como pragas agrícolas

Ácaros são pequenos invertebrados pertencentes ao filo Arthropoda, subfilo Chelicerata, classe Arachnida e subclasse Acari (HICKMAN et al., 2003; MORAES; FLECHTMANN, 2008). Os ácaros compartilham características comuns com os insetos, tais como possuir exoesqueleto quitinoso, pernas articuladas, simetria bilateral, entre outras características análogas a este grupo (LINDQUIST; KRANTZ; WALTER, 2009). Por serem araquinídeos apresentam quelíceras, ocelos, são ápteros, desprovidos de antenas, e na grande maioria dos casos, a fase larval possui três pares de pernas, enquanto as demais fases possuem quatro pares de pernas. Todavia, alguns grupos de ácaros como os da superfamília Eriophyoidea apresentam apenas dois pares de pernas em todas as fases do ciclo biológico (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Ácaros são encontrados em praticamente todos os ambientes terrestres e têm hábitos diversos. Apresentam importância tanto pelos danos que algumas espécies causam ao homem, animais e plantas, e como predadores de pragas agrícolas e auxiliares no processo de decomposição de materiais orgânicos (ROGGIA, 2007). Dos que causam prejuízos severos às culturas agrícolas destacam-se espécies das famílias Tetranychidae, Eriophyidae, Tenuipalpidae e Tarsonemidae.

2.3. Ácaros fitófagos em tomateiro

Entre as pragas do tomateiro, ácaros fitófagos ocupam posição de destaque devido aos prejuízos causados. Ao se alimentarem do conteúdo celular causam danos visíveis como manchas cloróticas, redução do crescimento das plantas, seca de folhas e conseqüentemente redução da produtividade. Os principais ácaros fitófagos comumente encontrados em tomateiro são as espécies *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), *Aculops lycopersici* (Massei) (Acari: Eriophyidae), *T. urticae* e *T. evansi* (FURTADO, 2006).

3. O ácaro *Tetranychus evansi*

3.1. Origem e distribuição

O aumento do comércio internacional facilitou a disseminação de muitas espécies em novas regiões do mundo, onde elas encontraram as condições favoráveis ao seu desenvolvimento. As populações desses artrópodes têm aumentado de forma alarmante, causando sérios danos às culturas agrícolas e problemas socioeconômicos nessas novas regiões (ANDRADE et al., 2017). O ácaro *T. evansi* é um dos exemplos dessas espécies.

Originário provavelmente da América do Sul, *T. evansi* foi registrado pela primeira vez em plantas de tomateiro no Brasil, no estado da Bahia (SILVA, 1954) e citado naquela época como *Tetranychus marianae* McGregor (Acari: Tetranychidae). Quatro anos mais tarde, foi encontrado nas ilhas Maurício (MOUTIA, 1958). Em 1960, a partir das coletas feitas por Moutia em Maurício em 1958, os pesquisadores Baker e Pritchard fizessem a identificação correta daquele ácaro como *T. evansi*, um ácaro com características morfológicas muito próximas às de *T. marianae*. Assim, foi observado na Argentina (ROSSI, 1961) e em diferentes localidades do sul dos Estados Unidos (OATMAN et al., 1967). No início dos primeiros relatos feitos sobre esse ácaro nas regiões de Califórnia e da Flórida pelos pesquisadores Wolfenbarger e Getzin (1964); Harper (1966) e Oatman et al. (1967), existia ainda essa confusão de que a espécie relatada era *T. marianae*. Posteriormente, em 1973, Denmark corrigiu aquela identificação e certificou tratar-se de *T. evansi*. Finalmente, Moraes et al. (1987), para elucidar as dúvidas existentes, reexaminaram todas as amostras anteriores e estabeleceram uma distinção clara entre *T. evansi* e *T. marianae* e os erros de identificação anteriores foram corrigidos

No continente africano, o primeiro relato desse ácaro foi em Zimbábue em 1979 sobre *Nicotiana tabacum* L. (GUETIREZ; ETIENNE, 1986; BLAIR, 1983). Desde então, este ácaro espalhou-se pelo mundo, e hoje é encontrado em várias ilhas do Oceano Índico, vários países da África, da Europa, como em Portugal, no Pacífico, assim como no Havaí e Taiwan (MIGEON; DORKELD, 2006). No Mediterrâneo, este ácaro foi relatado em Marrocos (EL-JAOUANI, 1988), na Tunísia (FERREIRA; CARMONA, 1995; BOLLAND; VALA, 2000), no Congo (BONATO, 1999), Quênia (KNAPP et al., 2003), e no Senegal (DUVERNEY; NGUEYE-NDIAYE, 2005) Espanha (FERRAGUT; ESCUDERO, 1999). Foi verificado na Itália (CASTAGNOLI et al., 2006), Creta (TSAGKARAKOU et al., 2007), Israel (BEN-

DAVID et al., 2007), França (MIGEON et al., 2009) e Argélia (MIGEON et al. 2009). Foi observado também na Síria (ZRIKI; SAKER; BOUBOU, 2014). No Benin, foi relatado em 2008 (AZANDÉMÈ-HOUNMALON et al., 2015) e recentemente relatado na Turquia (KAZAK; DOKER; KARUT, 2017).

Até o momento, *T. evansi* foi registrado em 41 países do mundo (Figura 1) e as simulações mostram que esse ácaro tem potencial para se disseminar para várias outras regiões do mundo (MIGEON; DORKELD, 2006; MIGEON et al., 2009). A lista detalhada dos países onde *T. evansi* foi relatado pode ser consultado no Spider Mites Web (<http://www.ensam.inra.fr/CBGP/spmweb/>; MIGEON; DORKELD, 2007).

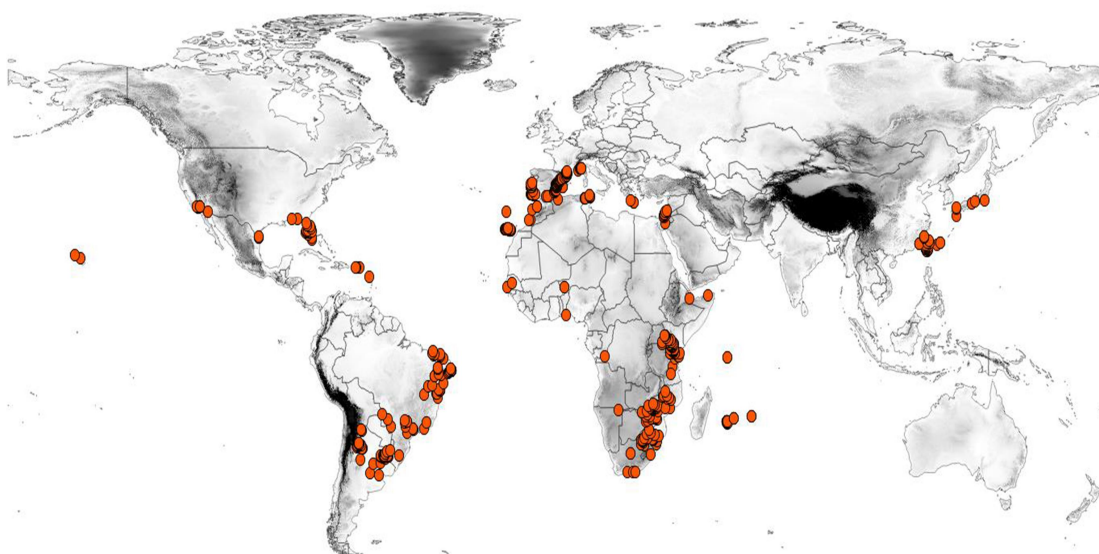


Figura 1. Distribuição geográfica do ácaro *Tetranychus evansi*.

MIGEON; DORKELD (2006; 2010)

3.2. Aspectos morfológicos

Os ovos de *T. evansi* distinguem-se de outras espécies do gênero *Tetranychus*. Eles são quase circulares (arredondados e de tamanho de 120 μm em média) e pálido alaranjados. São claros e brilhantes quando ovipositados, tornando-se vermelhos ferruginosos antes da eclosão. As larvas são de tamanho de 150 μm , um pouco maiores que os ovos, possuem seis pernas e são de coloração verde-clara ou rosada. As larvas se alimentam de forma ativa antes de entrarem na primeira fase de muda ou protocrisálida. As duas fases de ninfa, a protoninfa e a deutoninfa possuem tamanho de 310 μm e 350 μm , respectivamente.

Como os adultos, a protoninfa e a deutoninfa apresentam quatro pares de pernas, mas são um pouco menores. Possuem coloração variando de laranja ao vermelho-tijolo ou vermelho-escuro. As fêmeas têm coloração variando de laranja claro a laranja avermelhado forte ou marrom. As fêmeas têm formato oval e medem cerca de 0,5 mm. Os machos são menores (0,3 mm) e a coloração varia de alaranjado a palha. Em comparação com outras espécies do gênero *Tetranychus*, as pernas de *T. evansi* são mais longas. O idiossoma apresenta 13 pares de setas dorsais (prodorso 3 e opistossoma 10), ventre com 1 par de setas para-anais e 2 pares de setas anais. O dorso-histerosomal apresenta estrias longitudinais depois da seta f1; formando um padrão em forma de diamante entre estes dois pares de setas (GUTIERREZ, 1985). Os peritremas muitas vezes são curvos distalmente. Tíbia I com 9 setas tácteis e uma seta sensorial. As setas do corpo não são utilizadas como critério para distinguir de outras espécies (EPPO; 2013). No entanto, as setas apresentadas pelo primeiro par de pernas podem ser úteis. Tarso I com 4 setas tácteis na mesma linha com 1 par próximo da seta duplex (uma mais longa e uma seta curta, emparelhadas) (BAKER ; PRITCHARD, 1960; MORAES; MCMURTRY; BAKER, 1987).

Todos empódios com 3 pares de pelos próximo-ventral; empódio I com garra dorsal diminuta. Macho com extremidade posterior do edeago voltada para cima, sem esporão frontal no corpo do edeago. Porém, a identificação de *T. evansi* pode ser difícil, em particular para os não especialistas, pois *T. evansi* é morfologicamente semelhante às outras espécies, como o caso de *T. marianae*, e frequentemente tem sido identificado incorretamente (NAVAJAS et al., 2012). Existem evidências de que outro ácaro foi relatado no Japão, em Tokyo, distrito de Kyoto e em Osaka como *Tetranychus takafujii* Ehara e Ohashi (Acari: Tetranychidae) e parece ser um sinônimo júnior de *T. evansi* (EPPO, 2013). Também foi relatado na literatura brasileira que o ácaro *Tetranychus ogmophallos* Ferreira e Flechtmann (Acari: Tetranychidae) que ocorre em amendoim foi confundido com *T. evansi* (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

3.3. Aspectos biológicos

A espécie *T. evansi* inclui três fases imaturas móveis (larva, protoninfa e deutoninfa), intercaladas de três estágios de muda imóvel e inativo (protocrisálida,

deutocrisálida, teliocrisálida) e depois a fase adulta. São haplo-diplóides, os machos sendo produzidos por partenogênese arrenótoca e as fêmeas através de reprodução sexuada. Ao contrário do ácaro *T. urticae*, *T. evansi* não parece apresentar diapausa no inverno. Por esse motivo, pode-se encontrar todas as fases de desenvolvimento desse ácaro durante todo o ano, mesmo em regiões de clima temperado (MIGEON, 2007; FERRERO, 2008).

Qureshi et al. (1969) e Moraes e Leite Filho (1981) estudaram a biologia de *T. evansi* a temperaturas constantes de cerca de 23 e 27 °C, respectivamente. As durações das fases de ovo, larva, protoninfa e deutoninfa foram de 4.8; 2.6; 2.4 e 3.2 dias, respectivamente, correspondendo a uma duração total de treze (13,0) dias de ovo a adulto, para ambos os sexos (MORAES; LEITE FILHO, 1981). Moraes e McMurtry (1987) usaram temperaturas variando de 15 a 35 ° C a uma umidade relativa variando de 30 a 60% para medir uma série de parâmetros da história de vida, tais como taxa de desenvolvimento, fecundidade, razão sexual e longevidade do adulto. Verificou-se que a fecundidade variou de 79 ovos/fêmea a 15 °C a 253 ovos/fêmea na temperatura de 20°C. Na faixa de 20-35 °C, a variação na fecundidade foi compensada pela variação na razão sexual e o número de progênes por fêmeas manteve-se constante em 100-116 fêmeas/fêmea. Ao pesquisar os parâmetros de desenvolvimento de *T. evansi*, Bonato (1999) de forma consistente obteve uma progênie variando de 100 a 136 fêmeas/ fêmea a 21-36 °C. Gotoh et al. (2010) usaram uma faixa de temperatura de 15 a 35 °C para comparar sete populações de *T. evansi* provenientes de diferentes partes do mundo, incluindo a América do Sul e continentes recém-invadidos. Os autores obtiveram duração dos períodos de desenvolvimento concordantes com os de autores anteriores.

3.4. Aspectos ecológicos

Tetranychus evansi é um ácaro que se localiza principalmente na face inferior das folhas, onde tecem grande quantidade de teia (SILVA, 1954; RAMALHO; FLECHTMANN, 1978). As teias, além de prejudicarem a arquitetura da planta hospedeira e reduzir a taxa fotossintética também facilitam a dispersão para novas plantas e protegem contra fatores externos, como a chuva, vento, predadores, ou mesmo acaricidas (GERSON; 1985; VENZON et al., 2009).

Quando a colônia de *T. evansi* alcança certa densidade populacional, inicia-se a migração; abandonando as folhas muito danificadas, migrando para outras plantas menos atacadas (FERRERO, 2007). Os ácaros têm a capacidade de se dispersar apenas alguns metros caminhando de planta a planta em uma geração. Entretanto, a dispersão mais frequente desse ácaro dá-se pelo vento. Fêmeas procuram a periferia da planta hospedeira, apoiam-se sobre as pernas do terceiro e do quarto pares e, levantando a parte anterior do corpo e as pernas do primeiro e segundo pares, deixam-se levar pelo vento, processo conhecido como “balonismo” (GERSON, 1985; MORAES; FLECHTMANN, 2008; FERRERO; 2009).

3.5. Plantas hospedeiras e formas de dispersão de *Tetranychus evansi*

De acordo com Navajas et al. (2012), o ácaro *T. evansi* é uma espécie relatada em 136 espécies de plantas hospedeiras, reunidas em 37 famílias diferentes e apresenta preferência por plantas da família Solanaceae. *Tetranychus evansi* é uma praga potencial em diversos cultivos, como *S. lycopersicum* (tomateiro), *Nicotiana tabacum* L. (fumo), *Solanum tuberosum* L.(batata) e *Solanum melongena* L.(berinjela). Além da família Solanaceae, 14 outras famílias de plantas foram relatadas como hospedeiras de *T. evansi* com mais de uma espécie de planta hospedeira (Figura 2).

O amplo número de plantas hospedeiras associadas à *T. evansi* é devido provavelmente a uma identificação incorreta da espécie ou da colonização ocasional, devido à proximidade de uma planta não solanaceae com plantas solanáceas fortemente infestadas (NAVAJAS et al., 2012). A baixa concorrência com outras espécies do gênero *Tetranychus* e a falta de inimigos naturais poderiam explicar sua alta capacidade de dispersão. Este último fator tem sido frequentemente mencionado para explicar o maior sucesso de colonização de espécies exóticas em regiões recentemente colonizadas (SHEA; CHESSON, 2002; COLAUTTI et al., 2004).

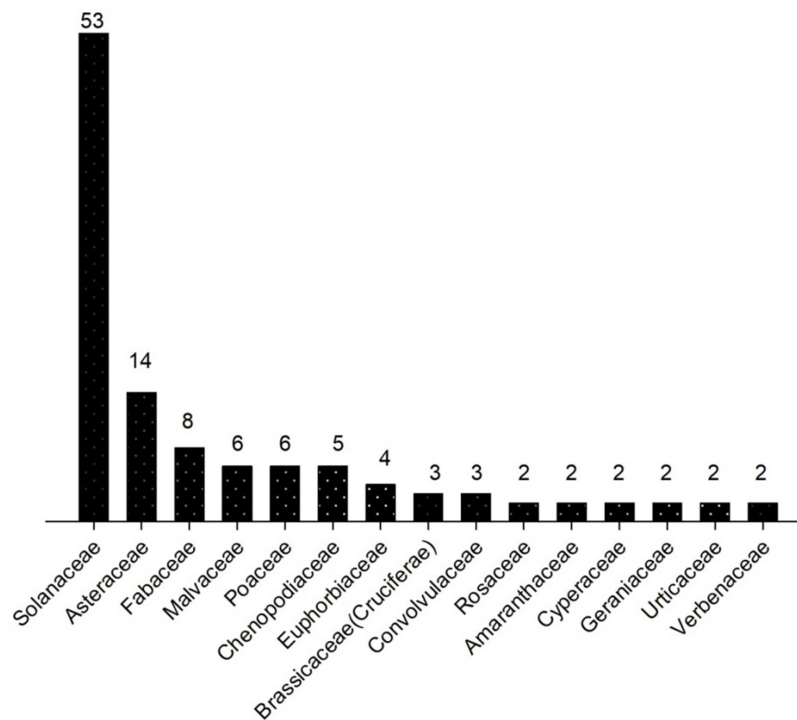


Figura 2. Número de espécies em cada família de plantas hospedeiras com mais uma espécie / família associada à *Tetranychus evansi*.

Fonte: Web Spider Mites (MIGEON; DORKELD 2006-2012) adaptado.

3.6. Modo de alimentação e danos causados por *Tetranychus evansi*

O ácaro *T. evansi* ataca preferencialmente as folhas da parte mediana da planta, utilizando as quelíceras em forma de estiletos largo e recurvado, em forma de cabo de guarda chuva (em forma J). Assim as células são ocupadas por ar, resultando em pontuações translúcidas. Confluindo, dão origem a áreas prateadas ou verde-pálidas, devido à remoção dos cloroplastos. Assim, o rompimento das células, a remoção da clorofila e a ação da saliva injetada pelos ácaros levam a disfunções nas folhas atacadas, como o aumento na taxa de transpiração, resultando em déficit hídrico e bloqueio da síntese de amido, o que acarreta no aumento da concentração de seus precursores, favoráveis ao desenvolvimento dos ácaros. Em ataques mais intensos, ocorre o amarelecimento e seca das folhas atacadas, ocasionando a queda parcial ou total das mesmas. Devido à queda das folhas, os frutos ficam expostos ao sol, não adquirindo a cor vermelha característica, o que deprecia o produto (MORAES; FLECHTMANN, 1981).

Nas regiões produtoras de tomate na África, este ácaro pode reduzir a produtividade em até 90%. Em Benin foi observado perdas de produtividade de até

65% em *Solanum macrocarpon* L., 56% em *S. lycopersicum* e 25% em *Amaranthus cruentus* L. causadas por *T. evansi* (AZANDÉMÈ-HOUNMALON et al., 2015).

3.7. Estratégias empregadas para o manejo de *Tetranychus evansi*

Entre os diferentes métodos que podem ser utilizados para controle da população do ácaro *T. evansi*, destacam-se o controle químico, o controle biológico e o controle utilizando-se genótipos resistentes.

3.7.1. Controle químico

A principal estratégia de controle de *T. evansi* consiste no uso de acaricidas ou inseticidas. O uso indiscriminado de acaricidas e inseticidas na maioria das vezes implica na presença de resíduos químicos nos frutos, desequilíbrio biológico, contaminação do ambiente, contaminação de pessoas e animais, bem como na seleção de populações resistentes aos acaricidas (FURTADO et al., 2007). Por exemplo, Toroitich et al. (2014) no Quênia verificaram que o inseticida/acaricida dimetoato não é recomendado para controle de *T. evansi* devido a possível existência de populações resistentes.

Azandémè-Hounmalon et al. (2015) verificaram que no Benin o controle químico é a principal e praticamente única tática de controle utilizada para manejo de *T. evansi*. Segundo estes autores 100% dos produtores entrevistados utilizam produtos químicos para manejo desta praga, nos quais os mais utilizados eram os piretroides e organofosforado. Segundo Blair (1989), acaricidas do grupo dos organofosforados foram pouco eficientes sobre determinadas populações de *T. evansi* no Zimbábue. Por outro lado, Gotoh et al. (2010) verificaram que bifenazato, cianopirafina, milbemectina, espirodiclofen e tebufenpirina são altamente tóxicos para *T. evansi* em nove localidades do mundo.

3.7.2. Controle biológico

Devido ao potencial de dano e prejuízos causados por *T. evansi* em solanáceas cultivadas diversas pesquisas têm sido realizadas visando o uso de agentes de controle biológico sobre este ácaro. Foram realizadas pesquisas e

expedições que visaram à busca de inimigos naturais em plantas solanáceas hospedeiras do ácaro principalmente na América do Sul, provável região de origem do ácaro (NAVAJAS et al., 2012). Entretanto, quantidade de predadores encontrados em associação com *T. evansi* foi muito baixa, e as buscas foram estendidas para as plantas próximas de Solanaceae (MORAES; McMURTRY, 1985; MORAES et al., 1987; FURTADO et al., 2005). Apesar das dezenas de espécies de ácaros e insetos predadores encontrados nesses estudos, apenas algumas espécies mostraram-se promissoras, tais como os ácaros predadores *Euseius concordis* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae), *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha (Acari: Phytoseiidae) e *Phytoseiulus longipes* Evans (Acari: Phytoseiidae).

Furtado et al. (2007) realizaram buscas de agentes de controle biológico eficientes de *T. evansi* no Brasil e na Argentina. Ao todo estes pesquisadores encontraram cerca de 28.000 espécimes de *T. evansi* no Brasil e 35.000 na Argentina e um total de 15 espécies de predadores da família Phytoseiidae associadas a esta praga. Dentre estas, apenas o ácaro predador *P. longipes*, encontrado em Uruguaiana-RS, no Brasil, mostrou-se promissor como agente de controle de *T. evansi*. A joaninha *Stethorus tridens* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) também foi frequentemente encontrada associada com *T. evansi* no Nordeste do Brasil, mas geralmente quando as populações de *T. evansi* eram muito altas.

No Quênia, Bugeme et al.(2008), Maniania et al. (2008) testaram 17 isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) e dois isolados de *Beauveria bassiana* (Balsamo) para o controle de *T. evansi* em laboratório e um isolado de cada um desses fungos em casa de vegetação. Esses autores evidenciaram que todos os isolados desses fungos mostraram patogenicidade as fêmeas de *T. evansi*, resultando em mortalidade entre 22,1 e 82,6%. Em casa de vegetação, os dois isolados reduziram a densidade populacional do ácaro.

O fungo *Neozygites floridana* (Weiser e Muma) Remaudière e Keller (Entomophthorales: Neozygitaceae) também foi extensivamente encontrada no Brasil infectando *T. evansi*. O fungo mostrou-se não patogênico para o predador *P. longipes* e não afetou sua oviposição, contudo reduziu ligeiramente a taxa de predação (WEKESA et al., 2005).

Apesar das pesquisas terem encontrado alguns inimigos naturais promissores para o controle dessa praga, apenas *P. longipes* foi enviado para o Quênia na África, uma única vez no ano de 2005. Desde então, uma liberação de campo foi realizada, no início de 2007, mas o acompanhamento da introdução não foi suficientemente longo para verificar se ocorreu o estabelecimento dessa espécie no país. Até agora, nenhum dos isolados sul-americanos de *N. floridana* foi introduzido na África (NAVAJAS et al., 2012).

É fato que o controle biológico de *T. evansi* necessita de mais estudos. Os esforços devem estar focados em avaliar agentes de controle biológico promissores encontrados para introdução em regiões onde *T. evansi* causa prejuízos. Por outro lado, o número de agentes de controle biológico conhecidos ainda é limitado, e estes podem não ser capazes de controlar esta praga em sua crescente área de ocorrência. Portanto, a prioridade também deve ser dada à prospecção de novas espécies que possuam potencial de controle.

3.7.3. Resistência dos genótipos de tomateiro ao ácaro *Tetranychus evansi*

A utilização de genótipos resistentes é considerada como uma das alternativas mais promissoras em substituição ou complementação ao controle químico de *T. evansi*. Por se tratar de um método eficaz, o uso de genótipos resistentes pode manter populações de ácaros abaixo do nível de dano econômico, e além disso é compatível com as outras táticas de manejo (BOIÇA -JUNIOR et al., 2017).

De acordo com Rossetto (1973), um genótipo resistente é aquele que devido a sua constituição genética é menos danificado que outro em igualdade de condições. A resistência é relativa, o que sugere uma comparação entre duas ou mais plantas (LARA, 1991). As características utilizadas para comparar esse nível de resistência às pragas podem ser: diferenças na oviposição, tamanho e peso da praga, duração do ciclo biológico, mortalidade e fecundidade e/ou viabilidade (número de ovos viáveis por fêmea) (LARA, 1991). Por vez, entre as características relacionadas às plantas destacam-se diferenças de produtividade e na qualidade da produção (LARA, 1991; VENDRAMIM; NISHIKAWA, 2001; BOIÇA-JUNIOR et al., 2017).

Os mecanismos envolvidos na resistência de plantas às pragas são classificados em três grupos principais; a antixenose ou não-preferência, a antibiose e a tolerância (LARA, 1991; BOIÇA-JUNIOR et al., 2017). De acordo com Smith (2005), a antibiose se caracteriza pela expressão de efeitos negativos na sobrevivência e desenvolvimento do artrópode, enquanto que a não preferência implica em efeitos negativos no comportamento da praga, seja para alimentação, oviposição, ou abrigo. Entre os efeitos da antibiose os principais são: mortalidade das fases jovens, redução da fecundidade e alteração na razão sexual, prolongamento do ciclo (LARA, 1991). Na tolerância a planta é menos danificada que as demais sobre um mesmo nível de infestação, sem acarretar em grandes perdas na produção, por meio da emissão de novos ramos, regeneração do tecido danificado, sem que haja perda na qualidade e na quantidade da produção (LARA, 1991; SUINAGA et al., 2004). É importante ressaltar, de acordo com vários estudos, que a antibiose e a não preferência são os principais mecanismos envolvidos na resistência do tomateiro aos ácaros pragas (TOSCANO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2009; LUCINI et al., 2015).

Os poucos trabalhos de busca de genótipos resistentes de tomateiro a *T. evansi* foram desenvolvidos no Brasil e na África. Porém, até hoje, não foi encontrado um genótipo de tomateiro resistente a esta praga. O primeiro trabalho sobre a resistência do tomateiro a *T. evansi* foi desenvolvido por Silva, Lourenção e Moraes (1992). Esses autores avaliaram a resistência de diferentes genótipos de tomateiro a esta praga em laboratório e casa de vegetação. Os resultados obtidos por Resende et al. (2008), estudando o acesso selvagem *S. pennellii* LA-716 quanto a resistência ao acaro *T. evansi*, observaram a resistência do tipo não preferência. Observaram também que essa espécie selvagem promove a resistência do tipo antibiose ao ácaro.

Sobre as plantas o comportamento do ácaro pode ser influenciado por dois mecanismos, o estimulante e o deterrente. No primeiro caso, o ácaro é atraído pela planta para alimentar-se, ovipositar e/ou se desenvolver; já no segundo ocorre o efeito contrário. Os genótipos resistentes (deterrentes) a ácaros podem apresentar resistência do tipo não preferência ou antibiose para alimentação e/ou oviposição (BOIÇA- JUNIOR et al., 2017).

Algumas vezes, pode ocorrer de um genótipo estar infestado por ácaros, contudo, esses realizam poucas posturas ou o desenvolvimento das ninfas é

retardado devido à presença de determinadas substâncias químicas (MARUYAMA e TOSCANO, 2003). De acordo com esses mesmos autores, pode-se dizer que os diferentes genótipos de tomateiro apresentam certa resistência natural ao ácaro, pois a incidência natural, assim como a oviposição, varia em função das características de cada genótipo. Em comparação a cultivar comercial Santa Clara (suscetível), nos acessos LA-716 (*S. pennellii*), PI-134417 (*S. habrochaites* var *glabratum*) e PI-127826 (*S. habrochaites* var. *hirsutum*), o ácaro não encontra uma condição ideal para alimentar-se, ovipositar ou se desenvolver, nesse caso esses acessos apresentam um elevado nível de deterrência à praga. A resistência de plantas a artrópodes-praga pode estar relacionada a três causas, sendo essas a física, químicas e morfológicas (GALLO et al., 2002; LEITE, 2004).

De acordo com Lara (1991); Aragão e Dantas Benites (2000); Boiça Junior et al. (2016), os tricomas presentes na superfície dos folíolos dos genótipos de tomateiro estão entre as características morfológicas que afetam a colonização da planta por esses ácaros. Os tricomas são definidos como protuberâncias epidérmicas uni ou multicelulares e são classificados em dois tipos: tricomas tectores ou não glandulares (efeito mecânico) e tricomas glandulares (efeito tóxico e/ ou adesão). Os tricomas não glandulares (tipos II, III, V e VIII) são semelhantes entre si diferindo apenas no comprimento das estruturas (LUCKWILL, 1943; BOIÇA-JUNIOR et al., 2017). Os tricomas glandulares (tipo I, IV, VI, e VII) apresentam a extremidade apical dilatada, e secretam compostos químicos na superfície da planta, fora da cutícula ou armazenados dentro de glândulas (ARAGÃO; DENTAS; BENITES, 2000; BOIÇA JUNIOR et al., 2017).

Os tricomas glandulares produzem exsudatos pegajosos e substâncias tóxicas que interferem na dispersão de pequenos artrópodes em plantas, sejam ácaros ou insetos (CHATZIVASILEIADIS; SABELIS, 1997). Uma substância denominada "Zingibereno", um sesquiterpeno presente em tricomas glandulares de *Solanum hirsutum* Dunal. é responsável pelos maiores níveis de resistência aos artrópodes (MALUF; CAMPOS; CARDOSO, 2001). Esses autores sugerem que o sesquiterpeno "Zingiberene" possa repelir ácaros *T. evansi*. De acordo com Resende et al. (2002), os tricomas glandulares da espécie *L. pennellii* produzem também as substâncias como os acilaçúcares que podem ser repelentes para *T. evansi*.

4. Referências

- AGRIANUAL. AGRIANUAL 2015: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2015.472 p.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2013, p. 452.
- ANDRADE, D. J.; MELVILLE, C. C.; SANTOS, F. A. D. ; AMARAL, I. ; MORAIS, M. R. D.; SAVI, P. J.; RIVERO, Y. R. **Manejo de ácaros de importância agrícola: do básico ao aplicado**. In: CASTILHO, R. D. C.; BARILLI, D. R.; TRUZI, C. C. Tópicos em Entomologia Agrícola-X. 1ed. Jaboticabal, 2017, cap.9, p.163-178.
- AGUIAR-MENEZES, E. de L.; AQUINO, A.M. de; CORREIA, M. E. F.; MENEZES, E. B. **Ácaros: taxonomia, bioecologia e sua importância agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 24 p. (Embrapa Agrobiologia). Documentos, 240. Parceria: UFRRJ.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; BENITES, F. R. G. Efeito de aleloquímicos em tricomas foliares de tomateiro na repelência a acaro (*Tetranychus urticae* Koch.) em genótipos com teores contrastantes de 2-tridecanona. **Acta botânica brasileira**, Feira de Santana, v.16, n.1, p. 83-88, 2002.
- AZANDÉMÈ-HOUNMALON, Y. G.; AFFOIGNON, H. D.; ASSOGBA, K. F.; TAMO, M.; FIABOE, K. K. M.; KREITER, S.; MARTIN, T. Farmers control practices against the invasive red spider mite, *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard in Benin. **Crop Protection**, Madison, v.76, p. 53 -58 2015.
- BAIER, J. D. **Seleção indireta de genótipos de tomateiro industrial resistentes ao ácaro rajado**. 2012. 52 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR. 2012.
- BAKER, E. W.; PRITCHARD, A. E. The tetranychoid mites of Africa. **Hilgardia**, Berkeley, v 29, p455–574, 1960.
- BEN-DAVID, T.; MELAMED, S.; GERSON, U.; MORIN, S. ITS-2 sequences as barcodes for identifying and analyzing spider mites (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.41, p.169-181, 2007.

BLAIR, B. W. *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae); a new pest of tobacco in Zimbabwe. **Coresta Phytopathology and Agronomy Study Groups**, Bergerac, p.1-6, 1983.

BLAIR, B. W. Laboratory screening of acaricides against *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. **Crop Protection**, Madison, v. 8,[s.n], p.212–216, 1989.

BOIÇA-JUNIOR, A. L.; FREITAS, M. M.; NOGUEIRA, L.; BELLO, M. M. D.; FREITAS, C. A.; BARCELOS, S. H. P.; FARIA, S. C. Q. S. **Resistência de plantas a insetos em culturas agrícolas**. In: CASTILHO, R. D. C; BARILLI, D. R.; TRUZI, C. C. Tópicos em Entomologia Agrícola -X. 1ed. Jaboticabal, 2017, p.97-122.

BOLLAND, H. R.; VALA, F. First record of the spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) from Portugal. **Entomologische Berichten**, Amsterdam, v.60, n.9, p.180, 2000.

BONATO, O. The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.23, p.11-19, 1999.

BUGEME, D. M.; MANIANIA, N. K.; KNAPP, M.; BOGA, H. I. Effect of temperature on virulence of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to *Tetranychus evansi*. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.46, p.275, 2008 , doi.org/10.1007/s10493-008-9179-1

BRICKELL, C. D.; BAUM, B. R.; HETTERSCHEID, W. L. A; LESLIE, A. C.; MCNEILL, J.; TREHANE, P.; VRUGTMAN, F.; WIERSEMA, J. H. International code of nomenclature of cultivated plants. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.647, p.1-123, 2004.

CASTAGNOLI, M.; NANNELLI, R.; SIMONI, S. Un nuovo temibile fitofago per la fauna italiana. *Tetranychus evansi* (Baker e Pritchard) (Acari Tetranychidae). **Informatore Fitopatologico**, Bologna, v.5, p.50- 52, 2006.

CHATZIVASILEIADIS, E. A.; SABELIS, M. W. Toxicity of methyl ketones from tomato trichomes to *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.21, p.473-484, 1997.

COLAUTTI, R. I.; RICCIARDI, A. GRIGOROVICH, I. A.; MACLSAAC, H. J. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? **Ecology Letters**, Hoboken, v.7, p.271–733, 2004.

CURRENCE, T. M. Tomato breeding. I. Species, origin and botanical characters. **Handbuch der pflanzenzuchtung**, Berlin, v.2, p.351-369, 1963.

DIAS, D. M.; RESENDE, J. T. V.; FARIA, M. V.; CAMARGO, L. K. P.; LIMA, I.P. Selection of processing tomato genotypes with high acyl sugar content that are resistant to the tomato pinworm, **Genetics and Molecular Research**, Riberão Preto, v.12, , [s.n], p. 381-389. 2013.

DENMARK, H. A. *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard in Florida [Acarina: Tetranychidae]. **Entomology Circular**, v. 134, p.1–2, 1973.

DUVERNEY, C.; KADE, N.; NGUEYE-NDIAYE, A. Essais preliminaires pour limiter les degats de Tetranychidae sur les cultures maraicheres dans le Sine-Saloum (Senegal). In: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES ACARIENS DES CULTURES DE L'AFPP. AGRO-MONTPELLIER, 12., 2005, Montpellier. Comptes rendus... **Annales AFPP**, Montpellier, n. 80, p.24-25, 2005.

EI-JAOUANI, N. **Contribution to the knowledge of acarines phytophages in Morocco and bio-ecological study of *Tetranychus evansi* Baker; Pritchard (Acarina: Tetranychidae)**. 1988, 230f. Memorie Diplome d'Ingenieur em Agronomie - Inst. Agron. Et Veterin. Hassan II. Rabat, Morocco. 230f.

EPPO, 2013 EPPO Reporting Service 2013. v. 43, n. 3, p. 425–430.

FAEG. **Custos de produção tomate industrial**. <http://sistemafaeg.com.br> Acesso em 10 dec. 2017.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. ; FRIGHETTO, R. T. S.; LOURENCAO, A.L. Exsudato glandular de Genotipos de Tomateiro e Desenvolvimento de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) Biotipo B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.4, p.59-665, 2005.

FAO – FAOSTAT – 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org>. Acesso em: 15 Dez.. 2017.

FERRERO, M.; de MORAES, G. J.; KREITER, S.; TIXIER, M. S.; KNAPP, M. Life tables of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* feeding on *Tetranychus evansi* at

four temperatures (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.41, [s.n], p.45–53, 2007.

FERRERO, M. **Le systeme tritrophique tomate-tetranyques tisserands-*Phytoseiulus longipes*- etude de la variabilite des comportements alimentaires du predateur et consequences pour la lutte biologique**. 2009. 237f. Tese (Doctorat en Évolution,Écologie, Ressources génétiques, Paléontologie) ,Montpellier SupAgro 2009.

FERRAGUT, F.; ESCUDERO, L.A. *Tetranychus evansi* Baker; Pritchard (Acari, Tetranychidae), una nueva araña roja en los cultivos hortícolas españoles. **Boletín de Sanidad Vegetal**. Serie Plagas, Madrid, v. 25, p. 157-164, 1999.

Ferreira, S. M. R. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 249 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual do Paraná. Curitiba. 2004. 249f.

Ferreira, M. A.; Carmona, M. M. Acarofauna do tomateiro em Portugal. In: ALONSO-ZARAZAGA, M. A.; SART, A. C.; SAURA, E. G. B.; SANZ, P. G.; MOYA, I. I.; MUNGUIRA, M. L.; LUCIÁÑEZ-SÁNCHEZ, M. J.; MORAL, V. L.; ALBADEJO, C. M.; CANO, J. M.; MATEO, M. P. M.; PIERA, F. M.; PÉREZ, E. M.; ALDREY, J. L. N.; CASTILLO, C. R.; BENITO, M. J. S.; BENITO, J. C. S.; MONTESINOS, J. L. V. (Ed) **Avances en Entomología Ibérica**. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales y Universidad Autónoma de Madrid, 1995. p. 385-392.

Filgueira, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

Filgueira, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 412p.

FURTADO, I. P.; MORAES, G.J. de; KREITER, S.; KNAPP, M. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in south and southeast Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.40, [s.n], p.157-174, 2006.

FURTADO, I. P.; KREITER, S.; de MORAES, G.J. de; TIXIER, M. S.; FLECHTMANN, C. H. W.; KNAPP, M. Plant mites (Acari) from Northeastern Brazil, with descriptions of two new species of the family Phytoseiidae (Mesostigmata). **Acarologia**, Paris, v.45, n.2/3, p.131–143, 2005.

FURTADO, I. P. **Sélecton d'ennemis naturels pour la lutte biologique contre *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard (Acari: Tetranychidae), en Afrique.** 185p. 2006. Thesis. (PhD) - Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France, 2006.

FURTADO, I. P.; MORAES, G. J. de; KREITER, S.; TIXIER, M. S.; KNAPP, M. Potential of a Brazilian population of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* as a biological control agent of *Tetranychus evansi* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Biological Control**, Amsterdam, v. 42, n.2, p.139–147, 2007a.

FURTADO, I. P.; TOLEDO, S.; MORAES, G. J. de; KREITER, S.; KNAPP, M. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in northwest Argentina. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.43, [s.n], p121-127, 2007b

FURTADO, I.P.; MORAES, G.J. de; KREITER, S.; KNAPP, M. (2006) Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in south and southeast Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, 40, [s.n], 157–174, 2006.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, p. 920 (FEALQ. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).

GERSON, U. **Webbing. In Spider mites - Their Biology, Natural Enemies and Control**. V.1A Edité par Helle W. & Sabelis M.W., Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 1985, p.223-232.

GERSON, U.; WEINTRAUB, P. G. Review Mites for the control of pests in protected cultivation. **Pest management Science**, Hoboken, v.63, [s.n], p. 658-676, 2007.

GONCALVES-NETO, A. C.; SILVA, V. de F.; MALUF, W. R.; MACIEL, G. M.; NIZIO, D. A. C.; GOMES, L. A. A.; AZEVEDO, S. M. de. Resistência a traca-do-tomateiro em plantas com altos teores de acil-acucares nas folhas. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.203-208, 2010.

GOTOH, T.; SUGIMOTO, N.; PALLINI, A.; KNAPP, M.; HERNANDEZ-SUAREZ, E.; FERRAGUT, F.; HO, C. C.; MIGEON, A.; NAVAJAS, M.; NACHMAN, G. Reproductive performance of seven strains of the tomato red spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) at five temperatures. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.52, n.3, p.239–259, 2010.

GUIGNARD, J.-L. **Botanique, Systématique moléculaire**, 12 éditions. Editions Masson S.A., Paris cedex 6. 2001, p 40-78.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo, Roca, 440p. 2008.

GUTIERREZ, J. **Systematics. In Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control**, Vol. 1A, (eds Helle W & Sabelis MW), Elsevier Science Publisher, Amsterdam (NL). 1985. pp. 75–90.

GUTIERREZ, J. ; ETIENNE, J. Les Tetranychidae de l'île de la Réunion et quelques-uns de leurs prédateurs. **Agronomie Tropicale**, Paris, v.41, n.1, p.84–91, 1986

HARPER, R. W. Bureau of entomology: new pest finds. **California Department Agriculture Bulletin, California**, v.55, n.2, p.92–93, 1966.

HICKMAN, J. R.; ROBERTS, C. P.; LARSON, L. S. A. **Princípios integrados de zoologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 846p.

KAZAK, C.; DÖKER, I.; KARUT, K. 2017 — First record of invasive tomato spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in Turkey, **International Journal of Acarology**, Oak Park, v.43 p.325-328, 2017 doi:10.1080/01647954.2017.1294199

KNAPP, M.; WAGENER, B.; NAVAJAS, M. Molecular discrimination between the spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, an important pest of tomatoes in southern Africa, and the closely related species *T. urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). **African Entomology**, Pretoria, v.11, n.2, p.300–304, 2003.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. Ícone, São Paulo, 1991. 336p.

LATERROT, H. ; PHILOUZE J. Tomates. *In* Histoire de légumes des origines à l'orée du XXI siècle, **INRA editions**, Paris, France 266-276, 2003.

LEITE, G. L. D. Resistencia de tomates a pragas. **Unimontes científica**, Montes Claros, v.6, n.2, p.129-140, 2004.

LINDQUIST, E. E.; KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **Classification**. In: G. E. KRANTZ; D. E. WALTER (Eds.), *A manual of acarology*. Lubbock: Texas Tech University Press 2009, 3rd ed., p. 97–103.

MALUF, W. R.; CAMPOS, G. A.; CARDOSO, M. G. Relationships between trichome types and spider mite (*Tetranychus evansi*) repellence in tomatoes with respect to foliar zingibereno contents. **Euphytica**, Wageningen, v.121, n.1, p.73-80, 2001.

MANIANIA, N. K.; BUGEME, D. M.; WEKESA, V. W.; DELALIBERA, I. J. R.; KNAPP, M. Role of entomopathogenic fungi in the control of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), pests of horticultural crops. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.46, n.1–4, p.259–274, 2008.

MARUYAMA, W. I.; TOSCANO, L. C. Tomate: reação aos ácaros. In: Revista Cultivar Hortalicas e Frutas. **Cultivar Hortalicas e Frutas, Pelotas**, v. 19, p. 15-18, 2003.

MELO, P. C. T. **Melhoramento genético do tomateiro**. Campinas: Asgrow do Brasil Ltda, 1989. 55p.

MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T.; NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Produção de Tomate. In: NASCIMENTO, W. M. Produção de sementes de hortalicas, 1ª edição Brasília, DF; Embrapa, 2014, v.2, cap.8, p.235-263.

MIGEON, A. Acarien rouge de la tomate: nouvelles observations et perspectives. PHM **Revue Horticole**, Paris, v.488, p.20–24, 2007

MIGEON, A.; DORKELD, F. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. (2006-2017). Disponível em http://www.____montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/. 2006. Last update 15 June 2009. Acesso em 20 de dezembro de 2017.

MIGEON, A.; FERRAGUT, F.; ESCUDERO-COLOMAR, L.; FIABOE, K.; KNAPP, M.; MORAES, G. J. de; Ueckermann, E.; Navajas, M. Modelling the potential distribution of the invasive tomato red spider mite, *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.48, p.199–212, 2009.

MORAES, G. J. de; MCMURTRY, J. A.; BAKER, E. W. Redescription and distribution of the spider mites *Tetranychus evansi* and *T. marianae*. **Acarologia**, Montpellier, v.28, n.4, p. 333–343, 1987.

MORAES, G. J. de; LEITE FILHO, A. S. Aspectos biológicos do ácaro vermelho do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, p.309–311, 1981.

MORAES, G. J. de; MCMURTRY, J. A. Chemically mediated arrestment of the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis* by extracts of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.1, n.2, p.127–138, 1985.

MORAES, G. J. de; MCMURTRY, J. A. Effect of temperature and sperm supply on the reproductive potential of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.3, p.95–107, 1987.

MORAES, G. J. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008. p.111

NAVAJAS M.; MORAES, G. J. de; AUGER, P.; MIGEON, A. Review of the invasion of *Tetranychus evansi*: biology, colonization pathways, potential expansion and prospects for biological control. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.59, n.1, p.43-65, 2012.

NEIVA, I. P.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; MALUF, W. R.; OLIVEIRA, C. M.; MACIEL, G. M. Role of allelochemicals and trichome density in the Resistance of tomato to whitefly. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 1, p. 61-67, jan./fev., 2013

JAITEH, F.; KWOSEH, C.; AKROMAH, R. Evaluation of tomato genotypes for resistance to root-knot nematodes, **African Crop Science Journal**, Kampala, v.20, n.1, p.41-49, 2012.

IGUE, J. O ; ABOUDOU, F. **La logistique agricole entre le BENIN et le NIGERIA Cas de la tomate, du piment et de l’ananas** ,LARES, 2013. 56p.

LUCINI, T.; FARIA, M. V.; ROHDE, C.; RESENDE, J. T. V. Acylsugar and the role of trichomes in tomato genotypes resistance to *Tetranychus urticae*. **Arthropod Plant Interact** , Helsinki, v.9 p. 45-53, 2015.

MALUF, W. R.; INOUE, I. F.; FERREIRA, R. de P. D.; GOMES, L. A. A.; CASTRO, E.M. de.; CARDOSO, M. das G. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1227-1235, set., 2007.

MARUYAMA, W. I.; TOSCANO, L.C. Tomate: reação aos acaros. In: Revista Cultivar Hortalicas e Frutas. **Cultivar Hortalicas e Frutas**, Pelotas, v. 19, p. 15-18, 2003.

MOUTIA, L.A. Contribution to the study of some phytophagous Acarina and their predators in Mauritius. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v.49, p.59–75, 1958.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA, D. J. H. da.; LEITE, G. L. D.; JHAM, G. N.; PICANCO, M. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.119, n.2, p.182-187, 2009.

OATMAN, E. R.; FLESCNER, C. A.; MCMURTRY, J. A. New, highly destructive spider mite present in Southern California. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.60, n.2, p.477–480, 1967.

PERALTA, I. E.; SPOONER, D. M. (Granule-Bound Starch Synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst. subsection *Lycopersicon*). **American Journal of Botany**, St. Louis, v.88, p.1888–1902, 2001.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. **Nomenclature for wild and cultivated tomatoes**. TGC Report , 2006, v.56: p.6-12.

PHILOUZE, J. **El tomate y su mejora genética**. In: TIRILLY, Y.; BOURGEOIS, C. M. (Coords.) Tecnología de las hortalizas. Zaragoza: ACRIBIA, 2002. cap. 7, p. 113-132.

QURESHI, S. A.; OATMAN, E. R.; FLESCNER, C. A. Biology of the spider mite, *Tetranychus evansi*. **Annals of Entomology Society of America** , Washington, v.62, n.4, p.898–903, 1969.

RAMALHO, F. S.; FLECHTMANN, C. H. W. Níveis de infestação de *Tetranychus* (T.) *evansi* Baker & Pritchard, 1960 em diferentes fases de desenvolvimento do tomateiro. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, p. 51-58, 1979.

RESENDE, J. T. V. de; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. das G.; GONÇALVES, L. D.; FARIA, M. V.; NASCIMENTO, I. R. do. Resistance of tomato genotypes to the silver

leaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura brasileira**. Brasília, v. 27, n. 3, p. 345-348, 2009.

RESENDE, J. T. V. de.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; NELSON, D. L.; FARIA, M. V. Inheritance of acylsugar contents in tomatoes derived from an interspecific cross with the wild tomato *Lycopersicon pennellii* and their effect on spider mite repellence. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.1, p.106-116, 2002.

ROGGIA, S. **Ácaros (Prostigmata: Tetranychidae) associados à soja no Rio Grande do Sul: ocorrência, identificação de espécies e efeito de cultivares e de plantas daninhas**. 2001. 113f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

ROSSETTO, C. J. Resistência de plantas a insetos. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1973, 171p. (Mimeografado).

ROSSI SIMONS, N. H. **Lista de las especies de Tetranychidae (Acari) de la Republica Argentina**. *Idia*. 1961, v.163, p.9–13.

SHEA, K.; CHESSON, P. Community ecology theory as a framework for biological invasions. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge v.17, p.170–176, 2002.

SIBANDA, T.; DOBSON, H. M.; COOPER, J. F.; MANYANGARIRIWA, W.; CHIIMBA, W. Pest management challenges for smallholder vegetable farmers in Zimbabwe. **Crop Protection**, Madison, v.19, p.807-815, 2000.

SIKIROU, R.; EZIN, V. ; BEED, F.; AFOHA, S. A. P.; TOSSO, F. D; IDRISOU, F. O. Geographical distribution and prevalence of the main tomato fungal wilt diseases in Benin. **International Journal of Biological and Chemical Science**, Dschang, v. 9, n.2, p.603-613, 2015.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. **Brasília**: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. p.8-11.

SILVA, C. A. D.; LOURENÇÃO, A. L.; MORAES, G. J. de Resistance of tomatoes to red spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Londrina, v.21, n.1, p.147–156, 1992.

SILVA, P. Um novo a´caro nocivo ao tomateiro na Bahia. **Boletim do Instituto Biologica da Bahia**, Salvador, v.1, n.1, p.1–20, 1954.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods**: molecular and conventional approaches. Dordrecht: Springer, 2005. 423 p.

SPOONER, D. M.; PERALTA, I. E.; KNAPP, S. Comparison of AFLPs to other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst. subsection *Lycopersicon*]. **Taxon**, Bratislava v.54, p.43–61, 2005.

SUINAGA, F. A.; PICANÇO, M. C.; MOREIRA, M. D.; SEMEAO, A. A.; MAGALHAES, S.T.V. Resistencia por antibiose de *Lycopersicon peruvianum* a traca do tomateiro. **Horticultura Brasileira**. Brasilia, v. 22, n. 2, p. 281-285, 2004.

TOROITICH, F. J. ;KNAPP, M.; NDERITU, J. H. ; OLUBAYO, F. M.; OBONYO, M. Susceptibility of Geographically Isolated Populations of the Tomato Red Spider Mite (*Tetranychus evansi* Baker & Pritchard) to Commonly Used Acaricides on Tomato Crops in Kenya. **Journal of Entomological and Acarological Research**, Milano, v. 46, n.1, p.18-23, 2014.

TOSCANO, L. C.; BOICA-JUNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Non-preference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.4, p.677-681, 2002.

TSAGKARAKOU, A.; CROS-ARTEIL, S.; NAVAJAS, M. 2007. First record of the invasive mite *Tetranychus evansi* in Greece. **Phytoparasitica**, Rehovot, v.35, n.5, p.519-522, 2007.

VAN LEEUWEN, T.; VANHOLME, B.; VAN POTTELBERGE, S.; VAN NIEUWENHUYSE, P.; NAUEN, R.; TIRRY, L.; DENHOLM, I. Mitochondrial heteroplasmy and the evolution of insecticide resistance: non-mendelian inheritance in action. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v.105, n.16, p.5980-5985. 2008.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. Melhoramento para resistencia a insetos. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Rondonopolis, Fundacao MT, p.737-781, 2001.

VENZON, M.; LEMOS, F.; SARMENTO, R. A.; ROSADO, M. C.; PALLINI, A. Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.44, p.1086-1091, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000900003.

WARNOCK, S. J. Natural habitat of *Lycopersicon* species. **HortScience**, Alexandria, v.26 n.5, p.466-471, May 1991

WEKESA, V. W.; MANIANIA, N. K.; KNAPP, M.; BOGA, H. I. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the tobacco spider mite *Tetranychus evansi*. **Experimental and Applied Acarology**, Auckland, v.36, n.1–2, p.41–50, 2005.

WOLFENBARGER, D. A.; GETZIN, L. W. Insecticides and surfactant-insecticide combinations for control of the mite *Tetranychus marianae* McGregor, on tomatoes and eggplant. **Florida Entomology**, Florida, v.42, n.2, p.123–128, 1964.

ZRIKI, G.; SAKER, I.; BOUBOU, A. First record of the invasive mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in Syria.G. (Syria). **Arab Journal of Plant Protection**, Beirut, v.32, n.1, p.96-101, 2014.

**CAPÍTULO 2 - TRICOMAS FOLIARES DE GENÓTIPOS DE TOMATEIROS
Solanum spp. AFRICANOS E SUL AMERICANOS AFETAM A ATRATIVIDADE E
OVIPOSIÇÃO DE *Tetranychus evansi* (ACARI: TETRANYCHIDAE)?**

Este capítulo foi redigido de acordo com as normas da Revista **Experimental and Applied Acarology**

CAPÍTULO 2 - TRICOMAS FOLIARES DE GENÓTIPOS DE TOMATEIROS
***Solanum* spp. AFRICANOS E SUL AMERICANOS AFETAM A ATRATIVIDADE E**
OVIPOSIÇÃO DE *Tetranychus evansi* (ACARI: TETRANYCHIDAE)?

Resumo - O ácaro *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae) é considerado uma das principais pragas em tomateiro na África. A busca de genótipos resistentes pode ser uma alternativa técnica e economicamente mais viável no controle desse ácaro-praga em relação ao controle químico amplamente utilizado no manejo desta praga. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos tricomas presentes nas folhas de tomateiro na atratividade e oviposição de *T. evansi* em testes com e sem chance de escolha. Foram avaliados cinco genótipos de tomateiros comerciais *Solanum lycopersicum* L. oriundos do Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), sendo var. AKIKON, var. TOUNVI, var. KEKEFO oriundos do Benin, var. TOML4 oriundo do Senegal, var. TLCV15 oriundo da República Democrática de Congo, e dois genótipos selvagens oriundos da América do Sul *Solanum pennellii* Correll " LA-716" e *Solanum habrochaites* Knapp e Spooner var *hirsutum* PI134417 fornecidos pelo Instituto Agronômico de Campinas, SP-Brasil. Foram amostrados a densidade e os tipos de tricomas foliares e realizados correlações com a capacidade de atratividade e oviposição de *T. evansi*. Nos testes de atratividade e oviposição foram utilizadas as fêmeas adultas de *T. evansi*, as quais foram criadas sobre plantas de *Solanum americanum* L.. Foram observados pelos resultados que os genótipos AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4, TLCV15 possuíam maior densidade dos tricomas não glandulares (II, III e Va) principalmente o tipo Va, os quais foram mais atrativos e preferidos para oviposição do ácaro *T. evansi*. Foi observada uma correlação significativa e negativa da densidade dos tricomas glandulares principalmente os tipos I e IV na atratividade e oviposição do ácaro *T. evansi* nos genótipos de *S. pennellii* LA-716 e *S. habrochaites* var. *hirsutum* (PI134417). A transferência de tricomas glandulares tipos I e IV das espécies sul americanas de tomateiro selvagens *S. pennellii* ou *S. habrochaites* para folíolos dos genótipos comerciais africanos de tomate *S. lycopersicum* no futuro será uma maneira possível para a obtenção de cultivares com elevada densidade de tricomas glandulares I e IV, e conseqüentemente com características de resistência ao ácaro *T. evansi*.

Palavras-chave: genótipos de tomateiros, não preferência, *Tetranychus evansi*, tricomas

CHAPTER 2 - Leaflets trichomes of tomato genotypes *Solanum* spp. Africans and Brazilians affect the attractiveness and oviposition of the spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae)?

Abstract - The spider mite *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard (Acari: Tetranychidae) is considered one of the main tomato pests in Africa. The search for resistant genotypes is considered desirable as an alternative to chemical control for this pest. The aim of this study was to evaluate the influence of leaflet trichomes of different African and South America tomato genotypes on the attractiveness and oviposition of *T. evansi* in free-choice and no-choice tests. Seven *tomato* genotypes of *Solanum* spp were evaluated, namely five commercial varieties of *Solanum lycopersicum* L. (AKIKON, TOUNVI and KEKEFO from Benin, TOML4 from Senegal and TLCV15 from Democratic Republic of Congo) and two wild genotypes from South America (*Solanum pennellii* Correll "LA-716" and *Solanum habrochaites* Knapp e Spooner var *glabratum* "PI134417"). Density of each type of trichomes in the different genotypes was correlated with the attractiveness and oviposition capacity of *T. evansi* previously reared on plants of *Solanum americanum* L. African tomato genotypes AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4 and TLCV15 had higher density of non-glandular trichomes (II, III, Va), mainly type Va trichome, which were more attractive and preferred by the *T. evansi* for oviposition. Significant and negative correlation was observed between the density of glandular trichomes, mainly types I and IV, on the attractiveness and oviposition of the mite. The transfer of glandular trichomes types I and IV of the South America wild tomato species (*S. pennellii* or *S. habrochaites*) to leaflets of the African commercial genotypes of *S. lycopersicum* could lead to the establishment of genotypes with high density of types I and IV glandular trichomes, consequently with resistance characteristics to *T. evansi*.

Keys words: nonpreference, *Tetranychus evansi*, tomato genotypes, trichomes

1. Introdução

O ácaro *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae) é uma praga potencial de plantas da família Solanaceae, tais como tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), fumo (*Nicotiana tabacum* L.), batata (*Solanum tuberosum* L.) e berinjela (*Solanum melongena* L.) (Bollannd 1998), porém pode infestar outras famílias de plantas (Moraes et al. 1987; Migeon e Dorkeld 2006-2016; Navajas et al. 2012). Estudos apontaram que esse ácaro tem como centro de origem a América do Sul, sendo uma espécie invasora em muitos países (Moraes et al. 1987; Furtado et al. 2006; Ferrero et al. 2011). Acredita-se que *T. evansi* espalhou-se pelo mundo, sendo encontrado em várias ilhas do oceano Índico e Pacífico, e em vários países da África e da Europa, assim como no Havaí e Taiwan (Migeon e Dorkeld 2006-2016).

No continente africano, *T. evansi* foi registrado pela primeira vez em 1979 no Zimbábue sobre plantas *N. tabacum* (Blair 1983; Guetirez e Etienne 1986). No Zimbábue, sudeste da África, em áreas de produção de tomate foram relatadas perdas de produtividade de até 90% (Sarr et al. 2002). Em Benin, país localizado na África ocidental, foi observado perdas de produtividade de até 56% em plantações de tomateiro causadas por *T. evansi* (Azandémè-Hounmalon et al. 2015).

Infestações de *T. evansi* são controladas principalmente com aplicações de agrotóxicos e os mais comuns são os piretróides e compostos organofosfatos utilizados em alta frequência de acordo com a fenologia da cultura até 12 vezes por mês (Sibanda et al. 2000; Azandémè-Hounmalon et al. 2015). Entretanto, essa tática não proporcionou resultados satisfatórios, principalmente devido à grande quantidade de teias produzidas por estes ácaros que recobrem as folhas, reduzindo o efeito dos produtos fitossanitários utilizados. (Azandémè-Hounmalon et al. 2015). Essas teias além de prejudicar também a arquitetura da planta hospedeira, reduzem a taxa fotossintética, facilitam a dispersão para novas plantas e compromete também a ação de inimigos naturais (Moraes e Flechtmann 2008).

A resistência da planta hospedeira baseada em tricomas tem sido revelada como um mecanismo inovador que pode ter o potencial de reduzir o uso de pesticidas durante a produção de tomate, aumentando sua sustentabilidade e reduzindo os efeitos negativos associados ao uso de pesticidas (Simmons e Gurr 2005; Gonçalves et al. 2006). Os genótipos de tomateiro podem apresentar grandes

variações nos tipos de tricomas entre si, sendo glandulares ou não glandulares. (Luckwill 1943; Gonçalves et al. 2006; Tissier 2012).

Estudos demonstraram que a presença, a densidade e o tipo de tricomas proporcionaram maior ou menor proteção contra pragas, dificultando o acesso de insetos e ácaros sobre a superfície foliar e/ou liberando substâncias tóxicas as pragas. Por exemplo, é sabido que tricomas do tipo glandular podem funcionar como barreiras físicas que afetam negativamente a alimentação e proporcionam abrigo e oviposição menos favoráveis para algumas pragas (Tingey e Gibson 1978; Toscano et al. 2002).

Pesquisas realizadas para avaliar a atratividade e a taxa de oviposição de pragas, tais como, o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotipo B, e a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) sobre genótipos de tomateiro *Solanum pennellii* (Corr.) (syn. *Lycopersicon pennellii* Correll) 'LA-716', *Solanum habrochaites* Knapp e Spooner var. *glabratum* (syn. *Lycopersicon hirsutum* Dunal), Redenção e Marglobe indicaram que a resistência destes genótipos é devido ao tipo e a densidade de tricomas presentes nas folhas (Maluf et al. 2010; Resende 2003; Onyambus et al. 2011; Lucini et al. 2015). Estes estudos evidenciaram que a antixenose e a antibiose são os principais tipos de resistência apresentada por esses genótipos (Shapiro et al. 1994; Fancelli et al. 2005; Oliveira et al. 2009; Lucini 2015).

Considerando a importância dos tricomas na proteção do tomateiro contra o ataque de pragas, o objetivo do trabalho foi estudar a influência dos tipos de tricomas na atratividade e na oviposição de *T. evansi* de alguns genótipos de tomateiro africanos e sul americano, visando à utilização em Programas de Melhoramento Genético.

2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no período de Dezembro de 2016 a outubro de 2017. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, câmpus de Jaboticabal, Departamento de Fitossanidade, em casa de vegetação e no Laboratório de

Acarologia. Foram estudados cinco genótipos africanos de *S. lycopersicum* (var. AKIKON, var. TOUNVI, var. KEKEFO oriundos do Benin, var. TOML4 oriundo do Senegal e var. TLCV15 oriundo da República Democrática de Congo) e dois genótipos selvagens, *S. pennellii* (LA-716) e *S. habrochaites* var *hirsutum* (PI134417), oriundos da América do Sul, totalizando sete genótipos de tomateiro.

As sementes dos genótipos AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4, TLCV15 foram fornecidas pelo Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) e importadas com autorização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA) (Processo: nº 258/2016/SSV-SP) e aprovados sob laudo LQV 20170072 do mesmo Ministério. Os dois genótipos selvagens oriundos da América do Sul, especificamente do Peru foram fornecidos pelo Instituto Agrônômico de Campinas-SP (IAC).

Em casa de vegetação foram produzidas 28 mudas de cada genótipo em bandejas de isopor de 128 células, contendo substrato Bioplanta®. A irrigação foi realizada por sistema de aspersão acionado automaticamente quatro vezes por dia (8 horas; 11 horas; 14 horas e 17 horas. Duas semanas após a semeadura foi aplicado semanalmente sobre as plântulas 10 g de adubo fosfato monoamônico (MAP), diluído em 1 litro de água, devido à exigência nutricional da planta de tomateiro. Após 35 dias da semeadura, quando as plântulas apresentavam de 4 a 5 folhas, estas foram transplantadas para vasos de 4L e conduzidas para outra casa de vegetação sem irrigação automática. O substrato utilizado nos vasos foi a mistura de terra, areia, esterco bovino curtido, na proporção de 3: 2: 1, respectivamente, previamente esterilizado em autoclave à 120°C por três horas para evitar principalmente doenças de solo e nematoides. Dez dias após o transplântio cada vaso recebeu 5 g de ureia (44% de N) e 5 g de cloreto de potássio (58% de K₂O). As plantas foram irrigadas a cada doze horas e não foram realizadas aplicações de agrotóxicos durante a condução dos experimentos.

Uma criação de *T. evansi*, iniciada a partir de ácaros fornecidos pelo Dr. Angelo Pallini da Universidade Federal de Viçosa (UFV), foi estabelecida sobre plantas de *Solanum americanum* Mill., comumente conhecida como maria-pretinha e mantida em sala climatizada, com temperatura de 25±1°C, U.R. de 70±10% e fotofase de 12 horas. Periodicamente, as plantas danificadas pelos ácaros ou em início de senescência foram substituídas por plantas novas.

2.1. Densidade e tipos de tricomas em genótipos de tomateiro

Dois meses após a semeadura, os tipos e densidade de tricomas foram avaliados nas superfícies abaxial e adaxial das folhas dos genótipos de tomateiros testados. 12 folíolos foram coletados ao acaso a partir do terço mediano de 12 plantas de cada genótipo de tomate testado. Os quadrados foliares de 4 mm x 4 mm foram retirados a partir de cada folíolo coletado, resultando em um total de 12 quadrados foliares por genótipo (replicações).

As amostras foram lavadas em água corrente e fixadas em glutaraldeído a 3%, em solução tampão de fosfato de potássio 0,05M e pH 7,4; à temperatura de 8°C, por 72 horas acondicionadas em frascos de vidro de 200 mL. Após a fixação em glutaraldeído, cada material foi lavado seis vezes em solução tampão pura, em intervalos de 15 minutos, sendo, em seguida, pós-fixado em tetróxido de ósmio a 2%, no mesmo tampão. A desidratação dos materiais foi realizada em série de etanol (30%; 50%; 70%; 80% e três vezes em etanol 100%). Os materiais foram secos em secador de ponto crítico, utilizando-se CO₂. A seguir, foram montados em *stubs*, metalizados com 35 nm de ouro-páladio em metalizador Denton Vacuum Desk II (Campos et al. 2009). Os tricomas das amostras foram elétron-micrografados sob um microscópio eletrônico de varredura LEO 435 (VP) a 20 kV. As avaliações de contagem e identificação do(s) tipo(s) de tricomas foram realizadas por mm² segundo a classificação de Luckwill (1943). A avaliação foi conduzida em delineamento de blocos ao acaso, com sete tratamentos (genótipos) e 12 repetições para cada superfície foliar (abaxial e adaxial).

2.2. Atratividade e oviposição de *Tetranychus evansi*

2.2.1. Teste com chance de escolha

Para avaliar a atratividade e a oviposição de *T. evansi* entre os genótipos, 60 dias após a semeadura foram coletados 12 folíolos ao acaso do terço mediano de 12 plantas. A partir dos folíolos foram retirados discos foliares (arenas) de 30 mm de diâmetro com um vazador de metal. Os discos foliares foram colocados de forma equidistante em placas de Petri de 15,0 cm de diâmetro e 1,3 cm de altura forradas com camada de espuma de 1,0 cm de espessura e sobre a espuma foi colocado

uma camada de 0,30 mm de espessura de plástico PP (polipropileno). Em testes prévios foi verificado que ácaros *T. evansi* caminham normalmente sobre este plástico. Nas bordas da placa de Petri foi colocada uma camada de algodão hidrófilo umedecida com água deionizada para evitar a fuga dos ácaros.

No centro de cada placa de Petri foram liberados 28 fêmeas adultas de *T. evansi* provenientes da criação com auxílio de pincel de apenas um pelo e microscópio estereoscópico. As placas foram dispostas ao acaso em câmara climatizada sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 1^\circ \text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase (12 horas). Foram realizadas contagens do número de ácaros e de ovos em cada disco foliar após 30 minutos, 2 horas, 4 horas e 24 horas das liberações. Este experimento foi realizado em delineamento estatístico em blocos ao acaso com sete tratamentos (sete genótipos de tomateiro) e 20 repetições.

2.2.2. Teste sem chance de escolha

Para este experimento foram utilizadas placas de Petri de 5,5cm de diâmetro por 1,3 de altura contendo ao centro um alfinete entomológico (n.1) colado com a cabeça no fundo da placa com cola quente para fixar o disco foliar. Em cada placa foi colocada um filme de água deionizada (5 mL) com o intuito de confinar os ácaros e manter a turgescência dos discos foliares. Foram confeccionados esses discos com 30 mm de diâmetro, de maneira idêntica aos discos utilizados no experimento com chance de escolha. Em cada placa de Petri foi colocado um disco foliar, preso com auxílio do alfinete e com a superfície abaxial voltada pra cima. Os folíolos para confecção dos discos foram coletados aos 65 dias após a semeadura.

Em cada disco foliar foram liberados quatro ácaros *T. evansi* fêmeas adultos recém-emergidas oriundas, da criação, com auxílio de pincel de apenas um pelo e microscópio estereoscópico. Os ácaros permaneceram nos discos durante 48 horas. As placas de Petri foram mantidas em câmara climatizada nas mesmas condições mencionadas no experimento com chance de escolha. Foram realizadas contagens do número de ácaros vivos, mortos, caídos na água e número de ovos após 12, 24, 36 e 48 horas das liberações. Este experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos (sete genótipos de tomateiro) e 20 repetições.

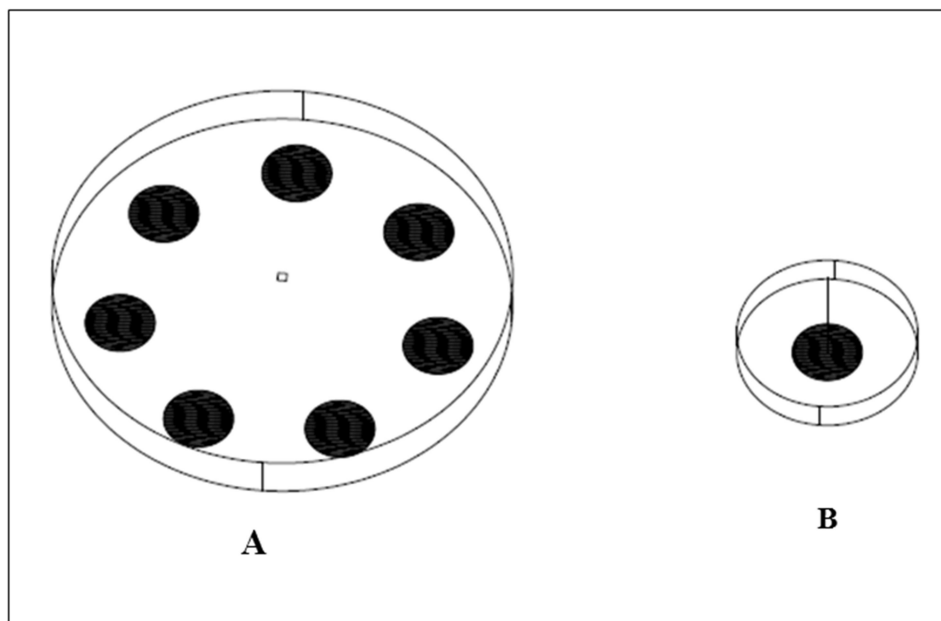


Figura 3. (A) Disposição dos discos foliares em uma placa de Petri de 15 cm de diâmetro no experimento com chance de escolha e (B) disco foliar sob coluna de água em placa de Petri de 5,5 cm de diâmetro no experimento sem chance de escolha.

2.3. Análise dos dados

Antes de serem analisados, os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade dos resíduos e ao teste de Levene para a verificação da homocedasticidade. Após a confirmação da normalidade dos dados, estes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e no caso de efeito significativo dos tratamentos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando-se o programa SAS versão 9.4. (SAS 2015). Os dados que não atenderam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram submetidos ao teste não-paramétrico de Friedman e Kruskal-Wallis utilizando o programa ASSISTAT (Silva e Azevedo 2016). Os testes de correlação linear simples entre número de ácaros atraídos/permanecidos, número de ovos, densidade e tipos de tricomas foram realizados utilizando-se o programa AGROESTAT (Barbosa e Maldonado 2011).

=

3. Resultados e Discussão

Os genótipos de tomateiro estudados apresentaram diferenças marcantes quanto ao número e tipos de tricomas (Tabela 1). Considerando as superfícies foliares abaxiais e adaxiais, foram encontrados no genótipo PI134417 os tricomas II, III, Va, Vb, IV, VI e VII, enquanto nos genótipos AKIKON, TOML4, TLCV15 os tricomas encontrados foram dos tipos II, III, Va, Vb, VI e VII (Figura 2A-D e 2G-H). No genótipo KEKEFO foi encontrado nas superfícies abaxial e adaxial os tipos II, III, Va e VII e no TOUNVI foram observados os tipos II, Va e VII. Por outro lado, no genótipo LA-716 apenas os tipos glandulares I e IV foram encontrados (Figura 2E e 2F).

Todos os genótipos avaliados apresentaram maiores densidades de tricomas na superfície adaxial comparado a superfície abaxial, (Tabela 1). O fato que o maior número de tricomas foi encontrado na superfície foliar adaxial pode ser explicado pela maior incidência de radiação solar nesta região da folha que estimula a formação de tricomas. Resultado semelhante foi observado por Lara (1991) mencionando que a densidade de tricomas e outras formações da epiderme das plantas estão sujeitas às variações ambientais, como umidade, luz, temperatura e características do solo. Diversos fatores podem explicar a ausência ou presença de determinados tipos de tricomas, ou mesmo a variação da densidade de tricomas em genótipos de tomateiro provenientes da mesma espécie. Entre os fatores destacam-se os climáticos (luminosidade, temperatura e umidade) e características do solo (Myers e Bazely 1991; Snyder et al. 1998), a idade da planta (Leite et al. 1999), adubação (Marschner 1995; Leite et al. 1999) e a posição da folha no dossel (Leite et al. 1995; Picanço et al. 1995).

Cabe ressaltar, porém que, somente os genótipos selvagens LA-716 e PI134417 apresentaram maiores números de tricomas do tipo glandular, tanto na superfície adaxial como na superfície abaxial. Isso se deve a predominância do tipo IV e I no genótipo LA-716 e do tipo VI no genótipo PI134417. Toscano et al. (2001) e Lucini et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes em seus estudos, no qual o genótipo LA-716 apresentou somente tricomas glandulares com predominância para o tipo IV.

Nos genótipos TOML4, TLCV15 e AKIKON foram observados tricomas glandulares do tipo VI apenas na superfície adaxial. Tricomas do tipo VII

Tabela 1. Tipos e densidade de tricomas glandulares e não glandulares (\pm EP) em mm² de superfície foliar encontrados nos genótipos de tomateiros *Solanum* spp.

Genótipos	Superfície abaxial										Tricomas totais (não glandulares+ glandulares)
	Tipos de tricomas não glandulares					Tipos de tricomas glandulares					
	II	III	V _a	V _b	Toatal	I	IV	VI	VII	Total	
LA-716	0,00±0,00a	0,00±0,00a	0,00±0,00c	0,00±0,00b	0,00±0,00d	0,33±0,19a	1,50±0,26a	0,00±0,00b	0,08±0,08b	1,92±0,31ab	1,92±0,32c
TOM L4	0,00±0,00a	0,00±0,00a	1,17±0,37bc	0,25±0,13b	1,42±0,40dc	0,00±0,00a	0,00±0,00b	0,00±0,00b	0,58±0,19b	0,58±0,19bc	2,00±0,55c
TLCV15	1,00±0,41a	0,33±0,19a	9,75±1,48a	0,58±0,20ab	11,92±1,56a	0,00±0,00a	0,00±0,00b	0,00±0,00b	0,92±0,29ab	0,92±0,29abc	12,83±1,66a
PI134417	0,08±0,08a	0,08±0,08a	0,25±0,18c	2,33±0,40a	2,75±0,45bcd	0,00±0,00a	0,50±0,23b	1,80±0,45a	0,08±0,08b	2,33±0,58a	5,17±0,63b
AKIKON	0,25±0,18a	0,33±0,19a	3,83±0,77ab	0,33±0,14b	4,75±0,74abc	0,00±0,00a	0,00±0,00b	0,00±0,00b	0,17±0,11b	0,25±0,20c	5,00±0,67b
TOUNVI	0,17±0,11a	0,00±0,00a	2,25±0,62abc	0,00±0,00b	2,42±0,66bcd	0,00±0,00a	0,00±0,00b	0,00±0,00b	1,01±0,35a	1,01±0,35abc	4,42±0,62b
KEKEFO	1,83±0,56a	0,42±0,29a	4,67±0,53ab	0,00±0,00b	6,92±1,00ab	0,00±0,00a	0,00±0,00b	0,00±0,00b	0,58±0,23b	0,58±0,23bc	7,5±1,05b
χ^2	24,04	9,75	59,75	42,22	59,45	13,83	64,61	60,54	20,34	34,45	16,78
DF	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
p	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Superfície adaxial											
Genótipos	Tipos de tricomas não glandulares					Tipos de tricomas glandulares					Tricomas totais (não glandulares+ glandulares)
	II	III	V _a	V _b	Total	I	IV	VI	VII	Total	
LA-716	0,00± 0,00a	0,00±0,00b	0,00± 0,00d	0,00± 0,00b	0,00± 0,00c	1,00±0,25a	7,25±0,69a	0,17±0,11b	0,05±0,05a	8,42±0,60a	8,42±0,60b
TOM L4	0,17± 0,11a	0,25±0,13a	8,17±1,32abc	0,17±0,11ab	8,75±1,30ab	0,00±0,00b	0,00± 0,00b	0,17±0,13b	0,08±0,08a	0,33±0,19b	9,08±1,29bc
TLCV15	0,17±0,17a	1,33±0,47a	23,5±2,65a	0,17±0,11ab	25,25±2,84a	0,00±0,00b	0,00± 0,00b	0,25± 0,13b	0,17±0,11a	0,42±0,15b	25,75±2,78a
PI134417	1,08±0,60a	0,00±0,00b	0,83±0,34dc	0,92±0,38a	2,83±0,51bc	0,75±0,35ab	4,75±0,46ab	1,65±0,39a	0,42±0,42a	7,67±0,80a	10,50±0,75bc
AKIKON	0,00±0,00a	0,33±0,33a	10,16±1,04b	0,08±0,08ab	10,58±1,15b	0,00±0,00b	0,00± 0,00b	0,33±0,19ab	0,17±0,11a	0,50±0,19b	11,08±1,21bc
TOUNVI	0,08±0,08a	0,00±0,00b	3,25±0,72bcd	0,00±0,00b	3,58±0,66bc	0,00±0,00b	0,00± 0,00b	0,00±0,00b	0,27±0,26a	0,83±0,27b	4,67±0,86d
KEKEFO	0,75±0,30a	0,00±0,00b	11,42±1,18b	0,00± 0,00b	12,17±1,09a	0,00±0,00b	0,00± 0,00b	0,00±0,00ab	1,50±0,23a	1,50±0,23ab	13,67±1,05b
χ^2	24,04	30,26	69,84	16,67	60,02	40,52	80,84	34,61	5,91	61,12	25,10
DF	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
p	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

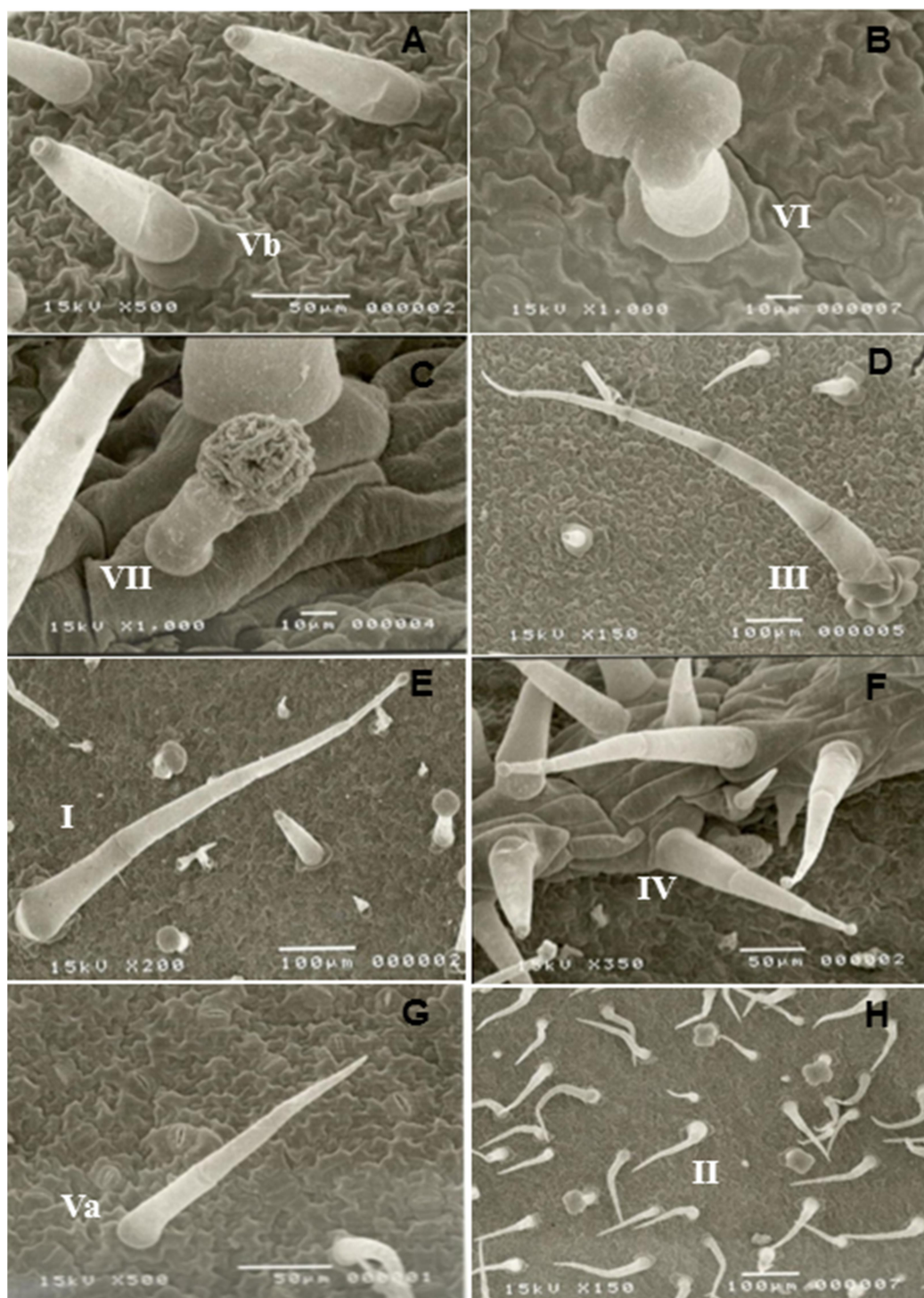


Figura 2. Eletrón micrografias em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) dos tipos de tricomas presentes na superfície de folíolos de tomateiros *Solanum* spp. genótipos africanos e genótipos selvagens da América do Sul: (A) Não glandular do tipo V_b (bar = 50µm) ; (B) Glandular do tipo VI (bar = 10µm); (C) Glandular do tipo VII (bar = 10µm); (D) Não Glandular do tipo III (bar = 100µm); (E) Glandular do tipo I (bar = 100µm); (F) Glandular do tipo IV (bar = 50µm); (G) Não glandular do tipo Va (bar = 50µm); (H) Não glandular do tipo II (bar = 100µm).

comparados aos outros tipos foram presentes em todos os genótipos estudados em ambos das superfícies com uma diferença significativa desse tricoma na superfície abaxial entre os genótipos (Figura 2D e Tabela 1). Fato também foi observado por Glas et al. (2012) que verificaram a presença do tricoma tipo VII nos genótipos oriundos de *S. lycopersicum*.

Os genótipos apresentaram densidades de tricomas não glandular que variaram de 1,42 a 25,25 tricomas/mm². Para os tricomas não glandular tipo II (Figura 2H) não foram verificadas diferenças entre os genótipos na superfície adaxial, enquanto que KEKEFO apresentou maior densidade deste tipo de tricoma na superfície abaxial (Tabela 1). AKIKON, KEKEFO, TOML4 e TLCV15 apresentaram maiores densidades de tricomas não glandulares do tipo Va (Figura 2G) em ambas as superfícies foliares. Em relação ao tricoma não glandular tipo Vb (Figura 2A), a maior densidade desse tipo de tricoma foi encontrada em PI134417. Os genótipos TOUNVI, KEKEFO e LA716 não apresentaram tricomas não glandular do tipo Vb. Quanto ao tricoma não glandular do tipo III (Figura 2D), nenhuma diferença significativa foi observada entre os genótipos na superfície abaxial das folhas. Entretanto, na superfície adaxial, este tipo de tricoma foi encontrado apenas nos genótipos de origem africana TOML4, TLCV15 e AKIKON.

3.1. Atratividades e oviposição de *Tetranychus evansi*

3.1.1. Com chance de escolha

Houve diferença significativa entre os genótipos em todos os tempos avaliados quanto ao número de ácaros *T. evansi* atraídos para os discos foliares (Tabela 2). Aos 30 minutos não houve oviposição pelos ácaros e nos tempos de quatro e 24 horas houve diferença entre os genótipos quanto ao total de ovos contabilizados. A atratividade e a oviposição foram semelhantes entre AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4 e TLCV15 nos tempos de duas, quatro e 24 horas (Tabela 2).

Tabela 2. Número médio de ácaros vivos e de ovos totais de *Tetranychus evansi* (\pm EP) obtidos em folíolos de genótipos de tomateiro, em teste com chance de escolha. Temperatura $25 \pm 1^\circ$ C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.

Genótipos	30 min		2h		4h		24h	
	Nº Ovos	Nº Ácaros ¹	Nº Ovos ²	Nº Ácaros ¹	Nº Ovos ²	Nº Ácaros ²	Nº Ovos ²	Nº Ácaros ²
LA-716	-	0,15 \pm 0,11 b	0,00 \pm 0,00 a	0,30 \pm 0,21 b	0,15 \pm 0,11 b	0,15 \pm 0,08 b	0,15 \pm 0,05b	0,00 \pm 0,00 b
TOM L4	-	5,25 \pm 1,06 a	1,25 \pm 0,02 a	5,05 \pm 1,13 a	2,40 \pm 0,69 a	4,80 \pm 1,05 a	15,05 \pm 2,90a	4,20 \pm 0,61 a
TLCV15	-	5,05 \pm 0,72 a	0,75 \pm 0,02 a	4,80 \pm 0,90 a	2,70 \pm 0,67 a	4,40 \pm 0,74 a	10,55 \pm 2,24 a	3,05 \pm 0,59 a
PI134417	-	0,35 \pm 0,21 b	0,00 \pm 0,00 a	0,30 \pm 0,30 b	0,05 \pm 0,05 b	0,45 \pm 0,31 b	0,45 \pm 0,11 b	0,35 \pm 0,15 b
AKIKON	-	8,10 \pm 1,19 a	1,00 \pm 0,02 a	5,05 \pm 1,05 a	3,00 \pm 0,86 a	5,60 \pm 0,97 a	23,40 \pm 58,32a	7,40 \pm 1,18 a
TOUNVI	-	4,30 \pm 1,05 a	0,45 \pm 0,02 a	5,25 \pm 0,77 a	3,20 \pm 0,61 a	6,20 \pm 0,85a	16,00 \pm 3,59a	4,10 \pm 0,91a
KEKEFO	-	3,75 \pm 0,58 a	0,60 \pm 0,02 a	3,80 \pm 0,61 a	1,50 \pm 0,41 a	3,80 \pm 0,71 a	12,40 \pm 2,78a	3,80 \pm 0,63a
F ou χ^2	-	27,81	10,34	15,80	44,05	56,44	64,81	56,44
DF	-	6	6	6	6	6	6	6
P	-	< 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

¹Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

²Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Friedmann ($P > 0,05$).

Por outro lado, foi observada menor atratividade e menor número de ovos nos genótipos selvagens LA-716 e PI134417, sugerindo menor preferência de *T. evansi* para alimentação e/ou oviposição nestas plantas (Tabela 2). Este fato poderia estar ligado aos tricomas glandulares tipos I e IV encontrados no genótipo LA-716 e tricomas Vb e IV encontrados no genótipo PI134417. Onyambus et al. (2011) também verificaram que tricomas glandulares dos tipos I e IV presentes em plantas de tomateiro afetaram negativamente a preferência alimentar e a oviposição de *T. evansi*. Já para o genótipo PI134417, outros trabalhos citam que apenas o tricoma VI afeta negativamente a preferência alimentar e atratividade nesse genótipo (Aragão et al.2000 ; Maluf et al. 2007).

Resende et al. (2008) e Simmons et al. (2003), ao estudarem o genótipo selvagem *S. pennellii* LA-716 quanto a resistência ao acaro *T. evansi*, constataram que os tricomas tipos IV produz quantidades expressivas de acilaçúcares, um aleloquímico que tem a capacidade de interferir na oviposição e a alimentação, exercendo assim efeito deletério sobre o desenvolvimento de inúmeros artrópodes

3.1.2. Teste sem chance de escolha

Houve diferenças significativas entre os genótipos quanto ao número de ácaros vivos e de ovos (Tabela 3). As menores quantidades de ácaros vivos foram observadas nos genótipos LA-716 e PI134417 em todos os tempos avaliados. Isso ficou evidente na avaliação da porcentagem de mortalidade, em que se observou que no acesso selvagem LA-716, mortalidade de ácaros de 43,5% considerando todas as repetições para este tratamento enquanto que nos demais tratamentos a mortalidade de ácaros não ultrapassou 10% (Figura 3). Esta alta mortalidade pode ser explicado pelo mesmo fato mencionado anteriormente, densidade e tipo de tricoma IV encontrados nas plantas LA-716. Esse tipo de tricoma produz o aleloquímico acilaçúcares, o qual exerce efeito deletério sobre a oviposição, alimentação ou na sobrevivência da praga (Lucini et al. 2015).

Os genótipos LA716 e PI134417 também apresentaram o menor número de ovos de *T. evansi* em todos os tempos avaliados diferindo significativamente dos demais genótipos quanto a este parâmetro (Tabela3).

Tabela 3. Número médio de ácaros vivos e de totais de ovos de *Tetranychus evansi* (\pm EP) obtidos em folíolos de genótipos de tomateiro em teste sem chance de escolha. Temperatura $25 \pm 1^\circ$ C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.

Genótipos	12h		24h		36h		48h	
	Nº Ovos	Nº Ácaros vivos	Nº Ovos	Nº Ácaros vivos	Nº Ovos	Nº Ácaros	Nº Ovos	Nº Ácaros
LA-716	1,95 \pm 0,56 c	3,10 \pm 0,23 b	2,10 \pm 0,57 c	2,05 \pm 0,29 a	2,10 \pm 0,71c	1,50 \pm 0,29b	2,40 \pm 0,75 c	1,80 \pm 0,27 b
TOM L4	8,30 \pm 1,09 ab	3,35 \pm 0,15 a	8,60 \pm 1,34 ab	2,65 \pm 0,27 a	15,85 \pm 2,56a	2,75 \pm 0,22a	16,80 \pm 2,55 ab	1,80 \pm 0,21 b
TLCV15	7,05 \pm 0,93 ab	3,70 \pm 0,11 a	8,35 \pm 1,37 ab	2,85 \pm 0,20 a	15,60 \pm 2,03a	2,55 \pm 0,14a	19,00 \pm 2,63 a	2,55 \pm 0,14 ab
PI134417	3,20 \pm 0,59 c	3,10 \pm 0,23 b	3,80 \pm 0,59 bc	2,60 \pm 0,20 a	5,50 \pm 0,99 bc	2,50 \pm 0,17 ab	8,35 \pm 1,56 bc	2,05 \pm 0,18 ab
AKIKON	7,60 \pm 0,74 ab	3,30 \pm 0,20 a	11,15 \pm 1,21 a	3,10 \pm 0,20 a	14,20 \pm 1,70a	3,08 \pm 0,19a	18,35 \pm 2,00 a	2,80 \pm 0,20 a
TOUNVI	4,55 \pm 0,43 bc	3,15 \pm 0,24 a	8,00 \pm 1,19 ab	3,12 \pm 0,30 a	10,80 \pm 1,54 ab	2,35 \pm 0,26 ab	11,65 \pm 1,62 ab	2,50 \pm 0,22ab
KEKEFO	9,00 \pm 0,91 a	3,50 \pm 0,11 a	8,50 \pm 1,11 ab	2,75 \pm 0,22 a	11,75 \pm 1,47b	2,50 \pm 0,20ab	15,00 \pm 1,68 ab	1,90 \pm 0,19 ab
χ^2	57,13	28,61	44,10	10,69	54,73	23,31	55,22	20,58
DF	6	6	6	6	6	6	6	6
P	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Médias seguidas pelas mesmas letras dentro das colunas não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis (P > 0,05)

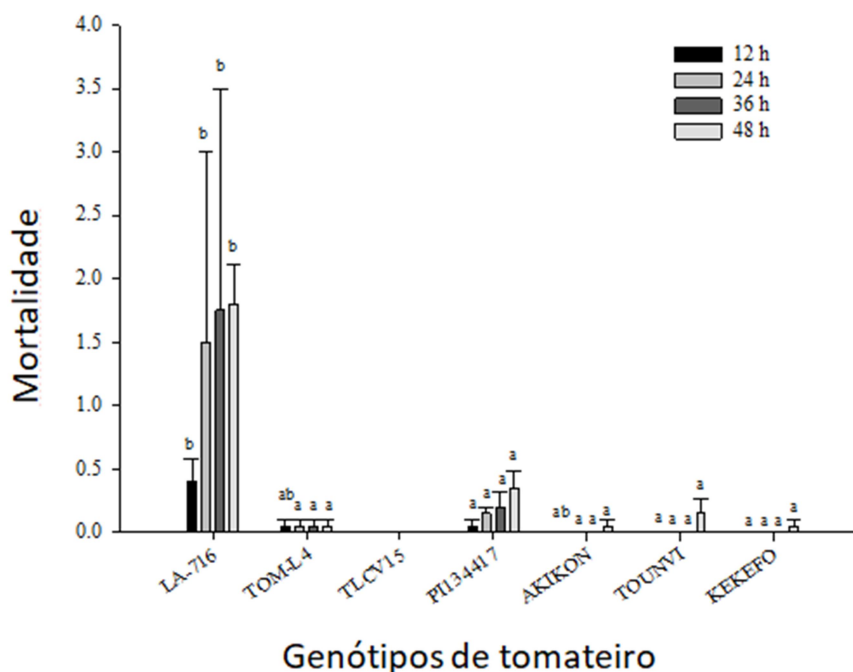


Figura 4. Mortalidade do ácaro *Tetranychus evansi* nos genótipos de tomateiros no teste sem chance de escolha.

Em todos os períodos avaliados, os genótipos AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4, TLCV15 apresentaram maior número de ovos totais. Da mesma forma, neste experimento o maior número de ovos contabilizados foi atribuído principalmente à densidade e tipos de tricomas encontrados (destaque para os não glandulares) nestes genótipos comerciais oriundos do Benin. Os tricomas não glandulares além de não produzirem substâncias tóxicas aos ácaros (aleloquímicos), não impedem a locomoção dos ácaros sobre as folhas, tampouco prejudica a sua alimentação sobre as folhas. Resultados semelhantes foram verificados nos trabalhos de Oriani e Vendramin (2010) e de Heinz e Zalom (1995), nos quais concluíram que genótipos de tomateiros que possuem somente tricomas não glandulares proporcionam condições mais adequadas para oviposição da mosca-branca, *B. tabaci* biótipo B.

Portanto, os resultados também indicaram correlação entre densidade e tipos de tricomas e atratividade e oviposição de *T. evansi* nos experimentos com e sem chance de escolha (Tabela 4). Houve ainda correlação positiva ($r = 0,771$) entre a densidade de tricomas glandulares e mortalidade de ácaros, com destaque para os tipos I e V encontrados nos genótipos LA-716 e PI134417 (Tabela 4). Em relação aos tricomas não glandulares apenas no teste sem chance de escolha para oviposição de *T. evansi* foi constatada correlação positiva e significativa e positiva

($r= 0,701$). Entre os tricomas não glandulares, o tipo Va foi o que mais interferiu na taxa de oviposição dos ácaros, pois foi o único tipo de tricoma não glandular que apresentou correlação positiva e significativa ($r= 0,730$) (Tabela 4). Botega et al. (2015) verificaram que tomateiros com alta densidade de tricomas glandulares, especialmente os tipos I e IV, afetaram negativamente o desenvolvimento da traça-do-tomateiro *T. absoluta*. Além disso, estes autores sugeriram que os tricomas mencionados são antagonistas ao controle biológico de *T. absoluta* realizado pelo percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). Lucini et al. (2015) verificaram efeito negativo de tricomas glandulares sobre a preferência e oviposição de *T. urticae* em genótipos de tomateiro. De acordo com várias pesquisas (Resende et al. 2006; Gonçalves Neto et al. 2010; Maluf et al. 2010; Maciel et al. 2011) tricomas glandulares possuem aleloquímicos, tais como o 2-tridecanona, sesquiterpenos e acilaçúcares que exercem efeito deletério no desenvolvimento de herbívoros. Estas substâncias também podem funcionar como “armadilha natural” devido ao aspecto pegajoso verificado nestes aleloquímicos. Portanto, acredita-se que o aleloquímico acil-açúcares esteja relacionado à menor preferência para oviposição e atratividade de *T. evansi* pelo genótipo LA-716, pois este possui o tricoma glandular IV que segundo Gonçalves et al. (2006) produz altos teores deste aleloquímico.

Em definitivo, existe correlação significativa e positiva de alta densidade das tricomas não glandulares principalmente o tipo Va na atratividade e oviposição de ácaro *T. evansi* nos genótipos de *S. lycopersicum* AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4, TLCV15. Existe correlação significativa e negativa de alta densidade das tricomas glandulares principalmente os tipos I e IV na atratividade e oviposição de ácaro *T. evansi* nos genótipos de *S. pennillii* LA-716 e *S. habrochaites* var. *glabratum*, acesso PI134417. Existe correlação positiva e significativa entre a densidade de tricomas glandulares tipos I e IV e a porcentagem de mortalidade com resultados bastante promissores no genótipo de *S. pennillii* LA-716 do que no genótipo *S. habrochaites* var *glabratum*, acesso PI134417. A transferência de tricomas glandulares tipos I e IV das espécies selvagens *S. pennillii* ou *S. habrochaites* para folíolos dos genótipos comerciais de tomate *S. lycopersicum* no futuro será uma maneira efetiva para a obtenção de cultivares com elevada densidade de tricomas glandulares I e IV, e conseqüentemente com características de resistência ao ácaro *T. evansi*.

Tabela 4. Correlação (r) entre os números de ácaros atraídos, de ovos e de ácaros mortos de *Tetranychus evansi*, com os números de tricomas de vários tipos, em discos foliares em discos foliares de tomateiros em testes com chance e chance de escolha. Temperatura 25± 1° C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.

Parâmetros avaliados	Testes	Tricomas não glandulares					Tricomas glandulares				
		II	III	Va	Vb	II+III+ Va+Vb	I	IV	VI	VII	I+IV+ VI+VII
Ácaros atraídos ou permanecidos nos discos foliares	Com chance	-0,109 ^{NS}	0,279 ^{NS}	0,407 ^{NS}	-0,496 ^{NS}	0,339 ^{NS}	-0,788*	-0,893**	-0,222 ^{NS}	0,021 ^{NS}	-0,893**
	Sem chance	-0,072 ^{NS}	0,395 ^{NS}	0,523 ^{NS}	-0,478 ^{NS}	0,457 ^{NS}	-0,852*	-0,905**	-0,258 ^{NS}	0,163 ^{NS}	-0,945**
Números de ovos	Com chance	-0,106 ^{NS}	0,262 ^{NS}	0,390 ^{NS}	-0,490 ^{NS}	0,322 ^{NS}	-0,780**	-0,846*	-0,232 ^{NS}	0,017 ^{NS}	-0,890**
	Sem chance	-0,215 ^{NS}	0,605 ^{NS}	0,730*	-0,274 ^{NS}	0,701*	-0,915**	-0,942**	-0,308 ^{NS}	0,536 ^{NS}	-0,969**
Mortalidade nos discos foliares	Sem chance	-0,378 ^{NS}	-0,425 ^{NS}	-0,551 ^{NS}	-0,112 ^{NS}	-0,575 ^{NS}	0,922**	0,913**	-0,202 ^{NS}	-0,469 ^{NS}	0,771*

*Significativo a 5% e 1%, pelo teste de t

**Significativo a 1%, pelo teste de t

^{NS}Não significativo, pelo teste de t.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão da bolsa de estudos, Processo: 190160/2015-2 a Patrice Jacob SAVI.

4. Referências

- Aragão CA, Dantas BF, Benites FRG (2002) Efeito de aleloquímicos em tricomas foliares de tomateiro na repelência a acaro (*Tetranychus urticae* Koch.) em genótipos com teores contrastantes de 2-tridecanona. *Acta bot bras* 16(1): 83-88
- Azandémè-Hounmalon YG, Affognon HD, Assogba KF, Tamo M, Fiaboe KKM, Kreiter S, Martin T (2015) Farmers control practices against the invasive red spidermite, *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard in Benin. *Crop Prot* 76: 53 - 58
- Barbosa JC, Maldonado JRW. (2011) *AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos, Versão 1.1.0.626*. Jaboticabal: FCAV/UNESP
- Blair BW (1983) *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae); a new pest of tobacco in Zimbabwe. *Coresta Phytopathology and Agronomy Study Groups Bergerac* pp 1-6
- Bolland HR, Gutierrez J, Flechtmann CHW (1998). *World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)*. Brill, Leiden, 392 p
- Bottega DB, Boiça Junior AL, Souza BHS, Lourenção AL (2015) Biological aspects of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) reared on leaves of different tomato genotypes. *Rev de Ciên Agr* 38 (2): 139-148
- Campos ML, de Almeida M, Rossi ML, Martinelli AP, Junior CGL, Figueira A, Rampelotti-Ferreira FT, Vendramim JD, Benedito VA, Peres, LEP (2009) Brassinosteroids interact negatively with jasmonates in the formation of anti-herbivory traits in tomato. *J Exp Bot* 60(15): 4347- 4361
- Fancelli M, Vendramim J, Frighetto Rts, Lourenção AL (2005) Exsudato glandular de genótipos de tomateiro e desenvolvimento de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) biótipo B. *Neotro Entomol* 34(4): 59- 665

- Ferrero M, Calvo FJ, Atuahiva T, Tixier MS, Kreiter S (2011) Biological control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch by *Phytoseiulus longipes* Evans in tomato greenhouses in Spain-Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae. Biol Control 58(1): 30–35
- Furtado IP, de Moraes GJ, Kreiter S, Knapp M (2006) Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in south and southeast Brazil. Exp Appl Acarol 40: 157–174
- de Moraes GJ, McMurtry JA, Baker EW (1987) Redescription and distribution of the spider mites *Tetranychus evansi* and *T. marianae*. Acarologia 28: 333–343
- Gonçalves LD, Maluf WR, Cardoso M das G, Resende JTV de, Castro EM de, Santos NM, Nascimento IR do, Faria MV (2006) Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. Pesqui Agropecu Bras 41: 267-273
- Goncalves-Neto AC, Silva V de F, Maluf WR, Maciel GM, Nizio DAC, Gomes LAA, Azevedo SM de (2010) Resistencia a traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilalúcares nas folhas. Horti bras 28: 203-208
- Gutierrez J, Etienne J (1986) Les Tetranychidae de l'île de la Réunion et quelques-uns de leurs prédateurs. Agron Trop 41: 84-91
- Glas J, Schimmel BCJ, Alba JM, Escobar-Bravo R, Schuurink RC, Kant MR (2012) Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. Int J Mol Sci 13:17077-17103
- Heinz KM, Zalom FG, (1995) Variation in trichome-based resistance to *Bemisia argentifolii* (Homoptera, Aleyrodidae) oviposition on tomato. J Econ Entomol 88: 1494-1502
- Lara FM (1991) Princípios de resistência de plantas a insetos. Ícone, São Paulo, 336p
- Leite GLD, Picanço M, Azevedo AA, Gonring AHR (1999) Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na resistência de *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro. Pesqui Agropecu Bras 34: 2059-2064

- Leite GLD, Picanço M, Silva DJH, Mata AC, Jham GN (1995) Distribuição de oviposição de *Scrobipalpuloides absoluta* no dossel de *Lycopersicon esculentum*, *L. hirsutum* e *L. peruvianum*. Horti Bras 13: 47-51
- Lucini T, Faria MV, Rohde C, Resende JTV (2015) Acylsugar and the role of trichomes in tomato genotypes resistance to *Tetranychus urticae*. Arthropod Plant-Inte 9: 45-53
- Luckwill LC (1943) The genus *Lycopersicon*: an historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Aberdeen: Aberdeen University Press, n. 120, 44 p
- Maciel GM, Maluf WR, Silva VF, Goncalves Neto AC, Gomes LAA (2011) Híbridos pre-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acil-acucares. Horti Bras 29:151-156
- Maluf WR, Maciel GM, Gomes LAA, Cardoso MG, Gonçalves LD, Silva EC, Knapp M (2010) Broad-spectrum arthropod resistance in hybrids between high- and low-acylsugar tomato lines. Crop Sci 50:439–450
- Marschner H (1995) Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 889p
- Migeon A, Dorkeld F (2006–2016) Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. INRA, <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/>
- Myers JH, Bazely D (1991) Thorns, spines, prickles, and hairs: are they stimulated by herbivory and do they deter herbivores? In: Tallamy DW, Raupp MJ (eds) Phytochemical induction by herbivores. John Wiley & Sons Inc, New York, pp 325–344
- Navajas M, de Moraes GJ, Auger P, Migeon A (2012) Review of the invasion of *Tetranychus evansi*: biology, colonization pathways, potential expansion and prospects for biological control, Exp App Acarol 59:43-65
- Oliveira FA, Silva DJH, Leite GLD, Jham GN, Picanço M (2009) Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Sci Hortic 119:182–187

- Onyambus GK, Maranga RO, Gitonga LM, Knapp M (2011) Host plant resistance among tomato accessions to the spider mite *Tetranychus evansi* in Kenya. *Exp Appl Acarol* 54(4):385–393
- Oriani MAG, Vendramim JD (2010) Influence of trichomes on attractiveness and ovipositional preference of *Bemisia tabaci* (Genn) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes. *Neotrop Entomol* 39: 1002–1007
- Picanço M, Silva DJH, Leite GLD, Mata AC, Jham GN (1995) Intensidade de ataque de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) ao dossel de três espécies de tomateiro *Pesqui Agropecu Bras* 30: 429-433
- Resende JTV, Maluf WR, Faria MV, Pfann AZ, Nascimento IR (2006) Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. *Sci Agric* 63:20–25
- Resende JTV, Maluf WR, Cardoso MG, Faria MV, Goncalves LD, Nascimento IR (2008) Resistance of tomato genotypes with high level of acylsugars to *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. *Sci Agr* 65: 31-35
- Resende JTV (2003) Resistência a artrópodos-pragas, mediada por acil-açúcares em tomateiros obtidos do cruzamento interespecífico de *Lycopersicon esculentum* Mill 'TOM-584' x *L. pennellii* 'LA-716'. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras
- São João RE, Raga A (2016) Mecanismo de defesa das plantas contra o ataque de insetos sugadores. *Instituto Biológico-APTA* 1:1-13
- Sarr I, Knapp M, Ogol CKP, Baumgärtner J (2002) Impact of predators on *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard populations and damage on tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Kenya. *In: Abstract of 11 Congress International of Acarology*. Merida (Mexico), 8-13 september. Abstract Book, 271
- SAS Institute Inc. 2015. SAS/STAT® 9.4 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc
- Shapiro JA, Steffens JC, Mutschler MA (1994) Acylsugars of the wild tomato *Lycopersicon pennellii* in relation to geographic distribution of the species. *Biochem Syst Ecol* 22: 545-561

- Sibanda T, Dobson HM, Cooper JF, Manyangaririwa W, Chiimba W (2000) Pest management challenges for smallholder vegetable farmers in Zimbabwe. *Crop Prot* 19: 807-815
- Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J Agric Res* 11(39) : 3733-3740
- Silva FAS, Azevedo CAV (2016). Comparison of means of agricultural experimentation data through different tests using the software Assistat. *Afr J Agric Res* 11(37): 3527-3531
- Simmons AT, Gurr GM (2005) Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. *Agric For Entomol* 7:265–276
- Snyder JC, Simmons AM, Tracker RR (1998) Attractancy and oviposition response of type IV trichome density on leaves of *Lycopersicon hirsutum* grown in three day-length regimes. *J Entomol Sci* 33:270-281
- Toscano LC, Boiça-Junior AL, Maruyama WI (2002) Non-preference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. *Sci Agr* 59:677-681
- Tingey WM, Gibson RW (1978) Feeding and mobility the potato leaf hopper empaiired by glandular trichomes of *Solanum berthaultii* and *S. polyadenium*. *J Econ Entomol* 71:856-858
- Tissier A (2012) Glandular trichomes: what comes after expressed sequence tags? *Plant J.* 70: 51–68

**CAPÍTULO 3 - HISTÓRIA DE VIDA E PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DO
ÁCARO *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD (ACARI: TETRANYCHIDAE)
EM GENÓTIPOS DE TOMATEIRO**

Este capítulo foi redigido de acordo com as normas da Revista **Experimental and Applied Acarology**

CAPÍTULO 3 - HISTÓRIA DE VIDA E PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DO ÁCARO *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM GENÓTIPOS DE TOMATEIRO

Resumo - Este trabalho relata resultados de aspectos biológicos (período das fases de desenvolvimento, sobrevivência, fecundidade, longevidade das fêmeas e machos, viabilidade dos ovos e razão sexual) e os parâmetros da tabela de vida de fertilidade (R_0 , rm , λ , T e TD) do ácaro-vermelho-do-tomateiro *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae) em genótipos selvagens e domesticados de *Solanum* como parte de um estudo para seleção de genótipos de tomateiro com fonte de resistência a esse ácaro. Foram utilizados nesse estudo dois genótipos selvagens (*Solanum habrochaites* Knapp e Spooner var *hirsutum* PI134417 e *S. habrochaites* var *hirsutum* PI134418) e cinco genótipos (KEKEFO, AKIKON, TLCV15; TOUNVI e TOML4) da espécie domesticada (*Solanum lycopersicum* L.) da África. O experimento foi conduzido no laboratório à $25 \pm 1,0$ °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12h luz e 12h de escuro. *Tetranychus evansi* não se desenvolveu sobre os genótipos selvagens PI134417 e PI134418, indicando a existência de resistência conhecida como antibiose nestes genótipos que foram altamente resistentes para o desenvolvimento de *T. evansi*. O tempo de desenvolvimento do imaturo de *T. evansi* foi significativamente maior no AKIKON do que nos outros genótipos de tomateiros africanos. A fecundidade da fêmea, a taxa de reprodução líquida (R_0), a taxa intrínseca de aumento (rm) foram maiores no KEKEFO que em outros genótipos de tomateiros africanos e o tempo de duplicação neste genótipo foi menor. Isso sugere que KEKEFO é o hospedeiro mais adequado para o desenvolvimento de *T. evansi*. A longevidade das fêmeas foi respectivamente menor e maior em AKIKON e TLCV15, e, em macho, foi respectivamente menor e maior em AKIKON e TOUNVI. Não houve diferença significativa para o tempo de geração entre os genótipos. O menor crescimento populacional (rm) do ácaro e a menor taxa de reprodução líquida (R_0) foram observados nos genótipos TLCV15 e TOML4. A menor taxa finita de aumento (λ) e maior taxa do tempo de duplicação (TD) foram encontradas no TLCV15. Estes resultados assumem então que TLCV15 e TOML4 foram os genótipos menos adequados para o ácaro-vermelho em comparação com os outros genótipos de tomateiros africanos.

Palavras-chave: Ácaro-vermelho-do-tomateiro, Solanaceae, Tabela de vida de fertilidade, Resistência de plantas à ácaros, Manejo Integrado de Pragas (MIP)

CHAPTER 3 - LIFE HISTORY AND DEMOGRAPHIC PARAMETERS OF *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD (ACARI: TETRANYCHIDAE) IN TOMATO GENOTYPES

Abstract - This research reports results of biological traits (developmental time, survival, fecundity, longevity of females and males viability of eggs and sexratio) and fertility life table parameters (R_0 , r_m , λ , T and TD) of tomato red mite *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard (Acari: Tetranychidae) on wild and domesticated genotypes of *Solanum* as part of a study to select genotypes of tomato as source of resistance to this mite. The study was carried out with two South American wild tomato genotypes (*Solanum habrochaites* Knapp and Spooner f. *glabratum* PI134417 and *S. habrochaites* f. *glabratum* PI134418) and five tomato genotypes (KEKEFO, AKIKON, TLCV15; TOUNVI and TOML4) of the domesticated specie (*Solanum lycopersicum* L.) from Africa. The experiment was conducted under controlled laboratory conditions at 25 ± 1.0 °C, 10%, $70 \pm 10\%$ relative humidity and L12:D12 h photoperiod. *Tetranychus evansi* did not complete the development on the wild tomato genotypes PI134417 and PI134418, indicating the existence of antibiosis resistance in these genotypes that were highly resistant to *T.evansi* development. Immature developmental time was significantly longer on AKIKON than the other African tomato genotypes. The female fecundity, net reproductive rates (R_0), intrinsic rate of natural increase (r_m) were higher on KEKEFO than other African tomato genotype and doubling time on this genotype was lowest. That suggests KEKEFO as the most suitable host for the development of tomato red spider mite. The longevity of *T. evansi* females was lower and higher on AKIKON and TLCV15 respectively and was lower and higher for males on AKIKON and TOUNVI, respectively. No significant difference was observed for generation time among the genotypes. The slowest population growth (r_m) of mite and lower net reproductive rates (R_0) were observed on TLCV15 and TOML4. The lower finite rate of increase (λ) and higher doubling time (TD) rate were found on TLCV15. These results assume that TLCV15 and TOML4 were less suitable genotypes to Tomato red spider mite compared to the others African tomato genotypes.

Keywords: Tomato red spider mite, Solanaceae, Fertility life table, Plant resistance to mites, Integrated Pest Management (IPM)

1. Introdução

O ácaro *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae), também conhecido como ácaro-vermelho-do-tomateiro, foi relatado pela primeira vez no Brasil em 1952 como *Tetranychus marianae* McGregor (Acari: Tetranychidae) (Silva 1954; de Moraes et al. 1987). Posteriormente essa espécie foi descrita por Baker e Pritchard (1960) a partir de espécimes coletados nas Ilhas Maurício, no Oceano Índico. Todavia, estudos apontaram a América do Sul como provável região de origem desta espécie (Silva 1954).

Nas últimas duas décadas, *T. evansi* ampliou sua distribuição, espalhando-se para outras partes do mundo [Migeon e Dorkeld (2006–2012)] sendo relatado em 41 países localizados em várias regiões biogeográficas do mundo, tais como a Afrotropical, Ásia Austral, Neártica, Neotropical, Oriental e Paleártica, sendo associado com 136 espécies de plantas pertencentes a 37 famílias (Migeon e Dorkeld, 2006-2016).

Na África, *T. evansi* foi observado pela primeira vez no Zimbábue em 1979 (Blair 1983), espalhando-se a partir daí para vários outros países do continente africano. Atualmente, o ácaro-vermelho-do-tomateiro é considerado uma das pragas mais destrutivas do tomateiro em vários países da África, principalmente na África oriental e meridional, nos quais foram relatadas perdas de produtividade de até 90% (Saunyama e Knapp 2003). No Benin, país localizado na África ocidental, *T. evansi* pode causar perdas de produtividade de até 65% em *Solanum macrocarpon* L., 56% em *Solanum lycopersicum* L. e de 25% em *Amaranthus cruentus* L. (Azandémè-Hounmalon et al. 2015).

Nestas regiões populações de *T. evansi* são controladas basicamente com aplicações de inseticidas, principalmente piretróides e organofosforados. Contudo, essa tática não tem eficiente no controle do ácaro, devido ao grande potencial biótico desta espécie e pela grande quantidade de teia produzida que afeta negativamente a ação dos acaricidas (Moraes e Flechtmann 2008). Por outro lado, a utilização indiscriminada de produtos químicos pode gerar desequilíbrios bioecológicos no agroecossistema e também são nocivas à saúde do trabalhador

rural e do consumidor, e, além disso, oneram o custo de produção (Azandémè-Houmalon et al. 2015).

Devido às falhas do controle químico no manejo de *T. evansi*, o uso de genótipos resistentes de plantas é uma alternativa viável e promissora que tem sido cada vez mais estudada como forma segura do meio ambiente e econômica, para garantir que populações de pragas não atinjam o nível de dano econômico, reduzindo o uso de agrotóxicos e os custos de produção. Três mecanismos, chamados antixenose, antibiose e tolerância são conhecidos como envolvidos na resistência das plantas as pragas (Painter 1951, Smith 2005). Entre eles, a antibiose é o mais importante, pois possui efeito direto sobre a sobrevivência e taxas de desenvolvimento, longevidade do adulto e fecundidade (Neto et al. 2013). Em tomateiro, esse mecanismo é atribuído principalmente as características morfológicas, como os tricomas glandulares que produzem exsudatos que interferem na biologia de pequenos artrópode-pragas.

No entanto, existem poucos estudos sobre os aspectos biológicos de *T. evansi* em genótipos de tomateiro. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi comparar à história de vida e alguns parâmetros demográficos de *T. evansi* sobre dois genótipos de tomateiro selvagens da América do Sul e cinco genótipos comerciais oriundos da África. Os resultados desse trabalho fornecem conhecimentos complementares sobre genótipos de tomateiro que poderão ser úteis na previsão do crescimento populacional de *T. evansi*, e contribuir com Programas de Melhoramento Genético.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, câmpus de Jaboticabal, São Paulo, Brasil (UNESP/FCAV). Foram estudados cinco genótipos africanos de *S. lycopersicum*: AKIKON, TOUNVI e KEKEFO, oriundos de Benin, TOML4 oriundo do Senegal, TLCV15 oriundo da República Democrática de Congo, e dois genótipos selvagens oriundos da América do Sul *S. habrochaites* var *glabratum* PI134417 e PI134418), totalizando sete genótipos de tomateiro. As sementes dos genótipos

AKIKON, TOUNVI, KEKEFO, TOML4, TLCV15 foram fornecidas pelo Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) e importadas com autorização do MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (Processo: nº 258/2016/SSV-SP) e aprovados sob laudo LQV 20170072 do mesmo Ministério. Os dois genótipos selvagens oriundos do Peru foram fornecidos pelo Instituto Agrônômico de Campinas-SP (IAC).

Em casa de vegetação foram produzidas 28 mudas de cada genótipo em bandejas de isopor de 128 células, contendo substrato Bioplanta®. A irrigação foi acionada automaticamente quatro vezes por dia (8 horas; 11 horas; 14 horas e 17 horas). Duas semanas após a semeadura foi aplicado semanalmente sobre as plântulas 10 g de adubo fosfato monoamônico (MAP) diluído em 1 litro de água devido à exigência nutricional das plantas de tomateiro. Após 35 dias da semeadura, quando as plântulas apresentavam de 4 a 5 folhas, estas foram transplantadas para vasos de 4L e conduzidas para outra casa de vegetação, sem irrigação automática. O substrato utilizado nos vasos foi a mistura de terra, areia e esterco bovino curtido na proporção de 3:2:1, respectivamente, previamente esterilizado em autoclave à 120°C por três horas. Dez dias após o transplante, cada vaso recebeu 5 g de ureia (44% de N) e 5 g de cloreto de potássio (58% de K₂O). As plantas foram irrigadas a cada doze horas e não foram realizadas aplicações de agrotóxicos durante a condução dos experimentos.

2.1. Criação de *Tetranychus evansi*

A criação de *T. evansi* foi iniciada a partir de uma população de ácaros fornecida pelo Laboratório de Acarologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os ácaros foram mantidos em folhas de tomateiro cereja, *S. lycopersicum* var. cerasiforme sobre um isopor com várias perfurações numa bandeja com água deionizada, possibilitando que as folhas de tomate cereja permanecessem em contato direto com água. A criação foi mantida em laboratório da UNESP/FCAV em sala climatizada (temperatura 25±1°C, umidade de 70±10% e fotofase de 12 horas). Periodicamente, as folhas com sintomas severos de ataque do ácaro ou início de senescência foram substituídas por novas folhas.

2.2. História de vida

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados com sete (7) tratamentos (AKIKON, TOML4, TOUNVI, KEKEFO, TLCV15, PI134417 e PI134418), sendo observadas 70 repetições por tratamento. Cada repetição foi composta por uma tampa de plástico de 4 cm de diâmetro, contendo ao centro um alfinete entomológico colado com a cabeça no fundo da tampa com cola quente. Em cada tampa foi colocada um filme de água deionizada (5 mL) com o intuito de confinar os ácaros e manter a turgescência dos discos. Foram confeccionados discos foliares de 30 mm de diâmetro. Em cada tampa foi colocado um disco foliar, preso com auxílio do alfinete e com a superfície abaxial voltada pra cima a 2 cm em relação a superfície da tampa (Figura4). Os folíolos para confecção dos discos foram coletados aos 60 dias após a semeadura.

Em cada disco foliar, foi transferida uma fêmea adulta de *T. evansi* de idade desconhecida, oriundos da criação com auxílio de pincel de apenas um pelo e microscópio estereoscópico. O conjunto das tampas foi mantido em câmara climatizada tipo BOD (temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro). Os ácaros permaneceram nos discos até oviposição. Após a oviposição, a fêmea foi retirada deixando-se apenas um ovo em cada disco foliar e o restante foi eliminado. As observações biológicas foram efetuadas a cada 12 horas, com o auxílio de um estereomicroscópio. Durante todo o período das avaliações, os discos foliares foram substituídos por outros novos a cada dois dias, para manter as propriedades das folhas.

Foram determinadas em cada genótipo de tomateiro as durações e sobrevivência das fases de incubação de ovo, larva ativa e quiescente, protoninfa ativa e quiescente, deutoninfa ativa e quiescente e período de ovo à emergência de adultos.

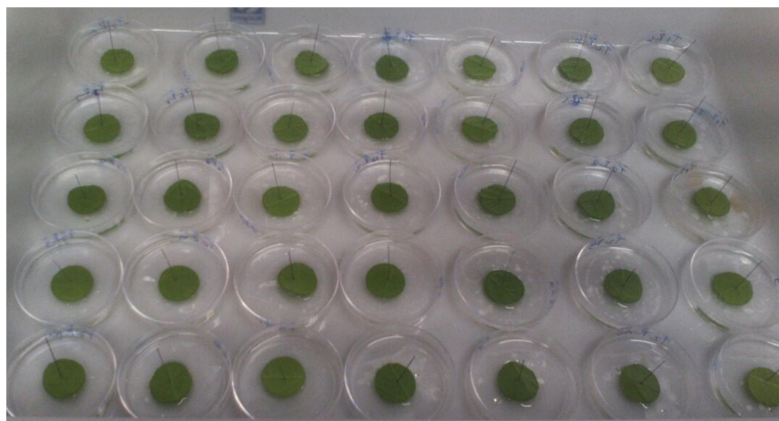


Figura 5. Placas de Petri de 5,5 cm de diâmetro contendo 1 disco de 30 mm de diâmetro dos genótipos avaliados.

2.3. Parâmetros demográficos

Após a emergência dos adultos de *T. evansi* foram formados vinte casais para cada tratamento (genótipo) a partir de adultos recém-emergidos para estimativas de alguns parâmetros demográficos e confecção de tabela de vida de fertilidade. A sexagem dos ácaros foi realizada observando-se características morfológicas, como formato do opistossoma e tamanho do corpo dos ácaros (Jeppson et al. 1975). Foi determinado o período de oviposição, número de ovos por fêmea/dia, número de ovos total/ fêmea e a longevidade de machos e fêmeas. Os ovos depositados por fêmea foram quantificados e eliminados a cada 24 horas. A viabilidade de machos e fêmeas e a razão sexual foram determinadas a partir de ovos oriundos do terceiro e quarto dia após a emergência.

A partir dos dados de sobrevivência (l_x), fertilidade específica (m_x) e idade específica (x), foi calculada uma tabela de vida e fertilidade, obtendo-se os valores de R_0 (taxa líquida de reprodução), r_m (taxa intrínseca de crescimento populacional), λ (razão finita de aumento) e T (duração média de uma geração) e tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD). Para elaboração da tabela de vida foram observados casais obtidos de ovos nas avaliações de determinação do ciclo biológico conforme recomendação de Silveira Neto et al. 1976. Os machos mortos foram substituídos para restabelecimento do casal. Com a morte da fêmea a repetição foi finalizada.

2.4. Análise da tabela de vida

Os parâmetros da tabela de vida das fêmeas foram estimados de acordo com a equação sugerida por Birch (1948): $\sum \exp^{-rx} l_x m_x = 1$ onde x é a idade, l_x é a probabilidade de sobrevivência a idade x , e m_x é o número médio de descendentes fêmeas na idade x (número de ovos * razão sexual). Foram determinados os parâmetros taxa de reprodução líquida ($R_0 = \sum l_x m_x$), o tempo médio de geração ($T = \ln R_0 / r_m$), taxa intrínseca de aumento (r_m) e a taxa finita de aumento foi determinada pela fórmula ($\lambda = \exp^{-r_m T}$). O tempo para a população duplicar em número ($TD = \ln 2 / r_m$) foi calculado de acordo com Mackauer (1983).

2.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Bartlett para constatação de homocedasticidade (PROC GLM) e aos testes de Shapiro-wilk e Kolmogorov-Smirnov para normalidade (PROC UNIVARIATE), sendo posteriormente transformados em Log (Y+1), para atender os pré-requisitos da análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) usando o software SAS. Portanto, os dados que não apresentaram os requisitos da ANOVA, foram submetidos à análise não paramétrica comparando-se a médias pelo teste de Kruskal-Wallis (PROC NPAR1WAY) usando o SAS Institute (2015). A análise dos parâmetros de tabela de vida de fertilidade e a comparação das médias foram conduzidas usando o software SAS Institute (2015), como descrito por Maia et al. (2000) que usou o método Jackknife para estimar os parâmetros. Os gráficos foram realizados utilizando o pacote Sigmaplot versão 12.3.

3. Resultados

3.1. Desenvolvimento das fases imaturas

O tempo de desenvolvimento das fases ativas e inativas das fêmeas de *T. evansi* (de ovo até emergência dos adultos) foi influenciado pelos genótipos de

tomateiros estudados (Tabela 5). O período de pré-oviposição de *T. evansi* diferiu significativamente entre os genótipos de tomateiro ($\chi^2 = 192,1$; DF = 6; P < 0,0001) variando de 0,6 a 1,8 dias, sendo os menores valores observados nos genótipos PI13417 e TOML4 e o maior valor no genótipo TOUNVI. O período de pré-oviposição foi pouco mais de um dia mais curto quando o ácaro foi criado nos genótipos PI13417 e TOML4 em relação do genótipo TOUNVI.

Houve diferença significativa para o período de incubação do ovo entre os genótipos de tomateiros ($\chi^2 = 112,5$; DF = 6; P < 0,0001). Os genótipos selvagens PI134417, PI144418 e AKIKON apresentaram períodos de incubação (4,9 e 4,8 dias) superiores aos observados nos genótipos comerciais, TLCV15, TOML4, KEKEFO e TOUNVI que apresentaram médias de 4,6; 4,5; 4,2; 3,9; 3,8 dias, respectivamente.

Houve diferença significativa entre os genótipos comerciais TOML4, AKIKON, TLCV15, KEKEFO e TOUNVI quanto a duração da fase larval. Com exceção do período de incubação dos ovos e larvas nos genótipos PI134417 e PI134418, não foi possível a determinação das demais fases de desenvolvimento do ácaro *T. evansi*, pois já na fase de protocrisálida todos os indivíduos criados nesses genótipos morreram (Figura 5). Por isso, esses genótipos foram excluídos para determinação dos parâmetros de tabela de vida de fertilidade.

Houve diferença significativa entre os genótipos comerciais TOML4, AKIKON, TLCV15, KEKEFO e TOUNVI quanto a duração da fase larval ($\chi^2 = 50,9$; DF = 4; P < 0,0001), inativa de protocrisálida ($\chi^2 = 12,2$; DF = 4; P < 0,0001), ativa de protoninfa ($\chi^2 = 35,5$; DF = 4; P < 0,0001), inativa de deutocrisálida ($\chi^2 = 73,2$; DF = 4; P < 0,0001), deutoninfa ($\chi^2 = 14,3$; DF = 4; P = 0,006) e teliocrisálida ($\chi^2 = 47,4$; DF = 4; P < 0,0001). Quando o tempo total de desenvolvimento (ovo-adulto) foi comparado entre os genótipos de tomateiro, a maior média foi para as fêmeas alimentadas com AKIKON ($\chi^2 = 35,6$; DF = 4; P < 0,0001).

Tabela 5. Tempo de desenvolvimento (\pm EP) em dias do ácaro *Tetranychus evansi* em diferentes genótipos do tomateiro. Temperatura 25 ± 1 °C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.

Tratamentos	Incubação	Larva	Protocrisálida	Protoninfa	Deutocrisálida	Deutoninfa	Teliocrisálida	Ovo-adulto
PI134417	4,9 \pm 0,6a [70]	1,9 \pm 0,9a[46]	-	-	-	-	-	-
TOML4	4,2 \pm 0,5c [70]	1,5 \pm 0,4b [70]	0,7 \pm 0,3c [70]	1,5 \pm 0,5a[70]	0,7 \pm 0,0c[68]	1,2 \pm 0,5a[68]	0,7 \pm 0,3cd[67]	10,7 \pm 0,9b[66]
TLCV15	4,5 \pm 0,8b [70]	1,5 \pm 1,0b[63]	0,8 \pm 0,5bc[51]	1,0 \pm 0,7c[51]	0,7 \pm 0,1c[51]	1,0 \pm 0,7c[51]	0,7 \pm 0,5bc[51]	9,5 \pm 0,4c[50]
PI134418	4,8 \pm 0,7a [70]	2,1 \pm 0,2a[48]	-	-	-	-	-	-
AKIKON	4,6 \pm 0,6ab[70]	1,4 \pm 0,5d [70]	1,0 \pm 0,3a [69]	1,3 \pm 0,4b[69]	1,0 \pm 0,0a[69]	1,2 \pm 0,4b[68]	1,0 \pm 0,2a[68]	11,3 \pm 0,1a[68]
TOUNVI	3,8 \pm 0,7d [70]	1,6 \pm 0,6b [68]	0,9 \pm 0,3b [67]	1,3 \pm 0,5b[67]	0,9 \pm 0,0b[65]	1,31 \pm 0,6a[65]	0,9 \pm 0,32b[64]	10,7 \pm 0,2b[64]
KEKEFO	3,9 \pm 0,6d [70]	1,6 \pm 0,5b[70]	0,7 \pm 0,3c[66]	1,1 \pm 0,4c[70]	0,6 \pm 0,0c[65]	1,29 \pm 0,6a[65]	0,7 \pm 0,2d[65]	10,0 \pm 0,2c[64]
df	6	6	4	4	4	4	4	4
χ^2	112,5	50,9	12,2	35,5	73,2	14,3	47,4	36,6
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,006	<0,0001	<0,0001

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$)

Número em colchetes é o número de observações

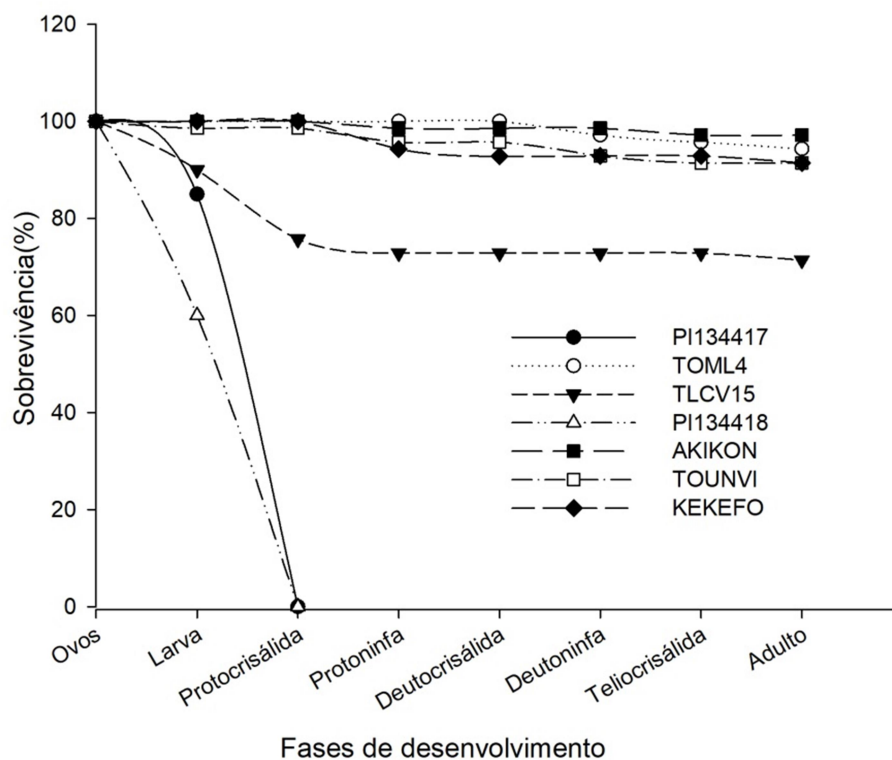


Figura 6. Porcentagem de sobrevivência do ácaro *Tetranychus evansi* ao longo das fases de desenvolvimento em genótipos de tomateiro.

3.2. Fecundidade e tempo de longevidade

Não houve diferença significativa para número médio total de ovos por fêmea ($F = 1,8$; $DF = 4$; $P = 0,14$) (Tabela 6). A oviposição média diária por fêmea também foi semelhante entre os genótipos estudados ($F = 1,6$; $DF = 4$; $P = 0,20$).

Em relação aos resultados de tempo de longevidade (Tabela 6), houve diferença significativa para fêmeas ($F = 2,3$; $DF = 4$; $P = 0,04$). A longevidade das fêmeas foi maior quando *T. evansi* se alimentou de TLCV15, KEKEFO, TOUNVI, TOML4, com valores de 23,8; 21,7; 20,4 e 19,6 dias, respectivamente. Observou-se pelos resultados também que a longevidade de machos de *T. evansi* foi semelhante nos genótipos estudados ($F = 1,4$; $DF = 4$; $P = 0,24$).

Tabela 6. Fecundidade (produção de ovos por fêmea e produção diária de ovos) (\pm EP) e tempo de longevidade (\pm EP) de adulta fêmea e macho (dias) de *Tetranychus evansi* em genótipos de tomateiros. Temperatura $25 \pm 1,0$ °C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.

Genótipos de tomateiros	Número médio total de ovos /fêmea	Número médio de ovos /fêmea/dia ¹	Média de longevidade	
			Fêmea ¹	Macho ¹
TOML4	76,9 \pm 9,3a	4,4 \pm 0,4a	20,4 \pm 5,3ab	17,6 \pm 5,7a
TLCV15	90,0 \pm 11,0a	4,5 \pm 0,4a	23,8 \pm 7,5a	18,7 \pm 6,2a
AKIKON	67,7 \pm 6,9a	4,5 \pm 0,5a	18,4 \pm 3,9b	17,3 \pm 3,8a
TOUNVI	87,9 \pm 8,1a	5,5 \pm 0,5a	19,6 \pm 3,5ab	20,2 \pm 4,0a
KEKEFO	95,9 \pm 9,8a	5,3 \pm 0,4a	21,7 \pm 6,5ab	19,1 \pm 4,9a
df	4	4	4	4
F	1,8	1,6	2,3	1,4
P	0,14	0,20	0,04	0,24

¹Dados originais foram transformados em $\log(x+0,5)$. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK)

3.3. Tempo de pré- oviposição, oviposição e pós-oviposição.

Quando comparamos o período de pré-oviposição do ácaro *T. evansi* nos diferentes genótipos de tomateiro testadas, observou-se que o período de pré-oviposição dos genótipos TOML4 (1,5 dias) e KEKEFO (1,5 dias) foi significativamente maior ($\chi^2 = 16,1$; DF = 4; P = 0,03) (Tabela7). O período de oviposição ($\chi^2 = 5,7$; DF = 4; P = 0,003) e o período de pós oviposição ($\chi^2 = 7,9$; DF = 3; P = 0,09) não foram significativamente diferentes quando *T. evansi* se alimentou dos diferentes genótipos.

3.4. Viabilidade e razão sexual

Quando comparamos os resultados de viabilidade de ovos do ácaro *T. evansi* (Figura 6) nos diferentes genótipos testados observou-se que não houve diferença significativa ($\chi^2 = 8,5$; DF = 4; P = 0,07). Com relação à razão sexual (Figura 6), quando *T. evansi* se alimentou dos diferentes genótipos testados, as porcentagens de razão sexual nos genótipos de TOUNVI (79%), KEKEFO (77%) e AKIKON (72%) foram significativamente ($\chi^2 = 15,4$; DF = 4; P = 0,004) superiores.

Tabela 7. Tempo de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Tetranychus evansi* em genótipos de tomateiro comercial. Temperatura $25 \pm 1,0$ °C; UR = 70%; Fotofase: 12 horas.

Genótipos de tomateiros	Pré-oviposição	Oviposição	Pós-oviposição
TOML4	1,5 \pm 0,1a*	17,1 \pm 1,2a	1,9 \pm 0,6a
TLCV15	1,3 \pm 0,2b	20,1 \pm 1,6a	2,4 \pm 0,2a
AKIKON	1,1 \pm 0,1b	15,6 \pm 0,9a	1,7 \pm 0,2a
TOUNVI	1,2 \pm 0,2b	16,5 \pm 0,8a	1,9 \pm 0,2a
KEKEFO	1,5 \pm 0,1a	18,4 \pm 1,4a	1,9 \pm 0,6a
df	4	4	4
χ^2	16,1	5,7	7,9
P	0,003	0,22	0,09

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis (P > 0,05)

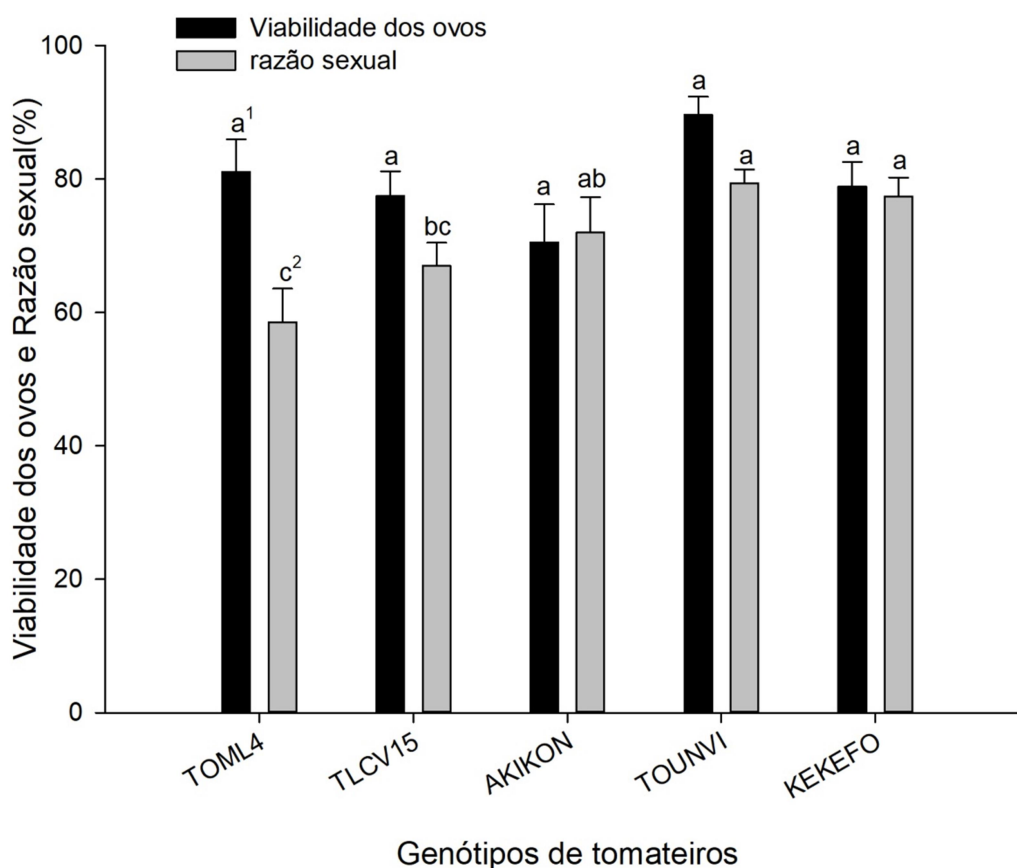


Figura 7. Viabilidade dos ovos e razão sexual do ácaro *Tetranychus evansi* nos genótipos de tomateiros. ^{1,2}Médias seguidas de mesma letra minúscula entre os parâmetros avaliados não diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis.

3.5. Parâmetros da tabela de vida de fertilidade

Os parâmetros da tabela de vida do ácaro nos genótipos de tomateiro: a taxa intrínseca de aumento (r_m), a taxa de aumento finito (λ), a taxa de reprodução líquida (R_0), tempo médio de geração (T), tempo para duplicar em número (TD), estão na Tabela 8. O valor da taxa intrínseca de aumento (r_m) na variedade TLCV15 (0,22 fêmea por fêmea por dia) foi significativamente menor que nos demais genótipos. O R_0 foi significativamente ($P < 0,05$) baixo nos genótipos TLCV15 (44 descendentes fêmeas /fêmea) e TOML4 (41,46 descendentes fêmeas /fêmea) enquanto os genótipos AKIKON, TOUNVI e KEKEFO apresentaram os maiores valores de taxa líquida de reprodução, respectivamente 48,71; 63,12 e 71,37 descendentes fêmeas /fêmea. Quando comparamos a razão finita de aumento (λ) entre os diferentes genótipos testados, observou-se que a variedade TLCV15 (1,252 indivíduo por fêmea) foi significativamente ($P > 0,05$) menor que as demais. Não houve diferença significativa para o tempo médio entre geração ($P > 0,05$).

Tabela 8. Tabela de vida de fertilidade de *Tetranychus evansi* em diferentes genótipos de tomateiros a $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$, 70 ± 10 de Umidade Relativa (UR) e fotofase de 12 horas.

Tratamentos	R_0	r_m	λ	T	TD
TOML4	41,46 \pm 5,12b ¹	0,25 \pm 0,01a	1,279 \pm 0,01a	15,12 \pm 0,73a	2,81 \pm 0,13b
	(30,75-52,17) ²	(0,22-0,27)	(1,25-1,31)	(13,59-16,66)	(2,55-3,07)
TLCV15	44,00 \pm 4,87b	0,22 \pm 0,03b	1,252 \pm 0,01b	16,83 \pm 0,97a	3,08 \pm 0,12a
	(33,82-54,19)	(0,21-0,24)	(1,23 -1,28)	(14,80- 18,86)	(2,83-3,33)
AKIKON	48,71 \pm 5,70b	0,25 \pm 0,01a	1,285 \pm 0,01a	15,49 \pm 0,67a	2,76 \pm 0,10b
	(36,79-60,64)	(0,23-0,27)	(1,26 -1,31)	(14,08- 16,90)	(2,54-2,97)
TOUNVI	63,12 \pm 5,30a	0,25 \pm 0,01a	1,287 \pm 0,01a	16,43 \pm 0,42a	2,75 \pm 0,07b
	(52,02-74,22)	(0,24-0,27)	(1,27 -1,30)	(15,56-17,31)	(2,61-2,89)
KEKEFO	71,37 \pm 7,95a	0,26 \pm 0,01a	1,292 \pm 0,01a	16,64 \pm 0,78a	2,70 \pm 0,11b
	(54,72-88,01)	(0,23-0,28)	(1,26-1,32)	(15,01-18,28)	(2,47-2,93)

¹Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T de Student ao nível de $P < 0,05$. ²Intervalo de confiança. R_0 = taxa líquida de reprodução de descendentes fêmeas; r_m = Taxa intrínseca de aumento populacional; λ = razão finita de aumento; T = tempo médio entre geração; TD = Tempo de duplicação da população de *Tetranychus evansi*.

As taxas de sobrevivência específicas na idade x (l_x) e o número médio de descendentes fêmeas na idade específica (m_x) de *T. evansi* para diferentes genótipos de tomateiro são apresentados na Figura 7.

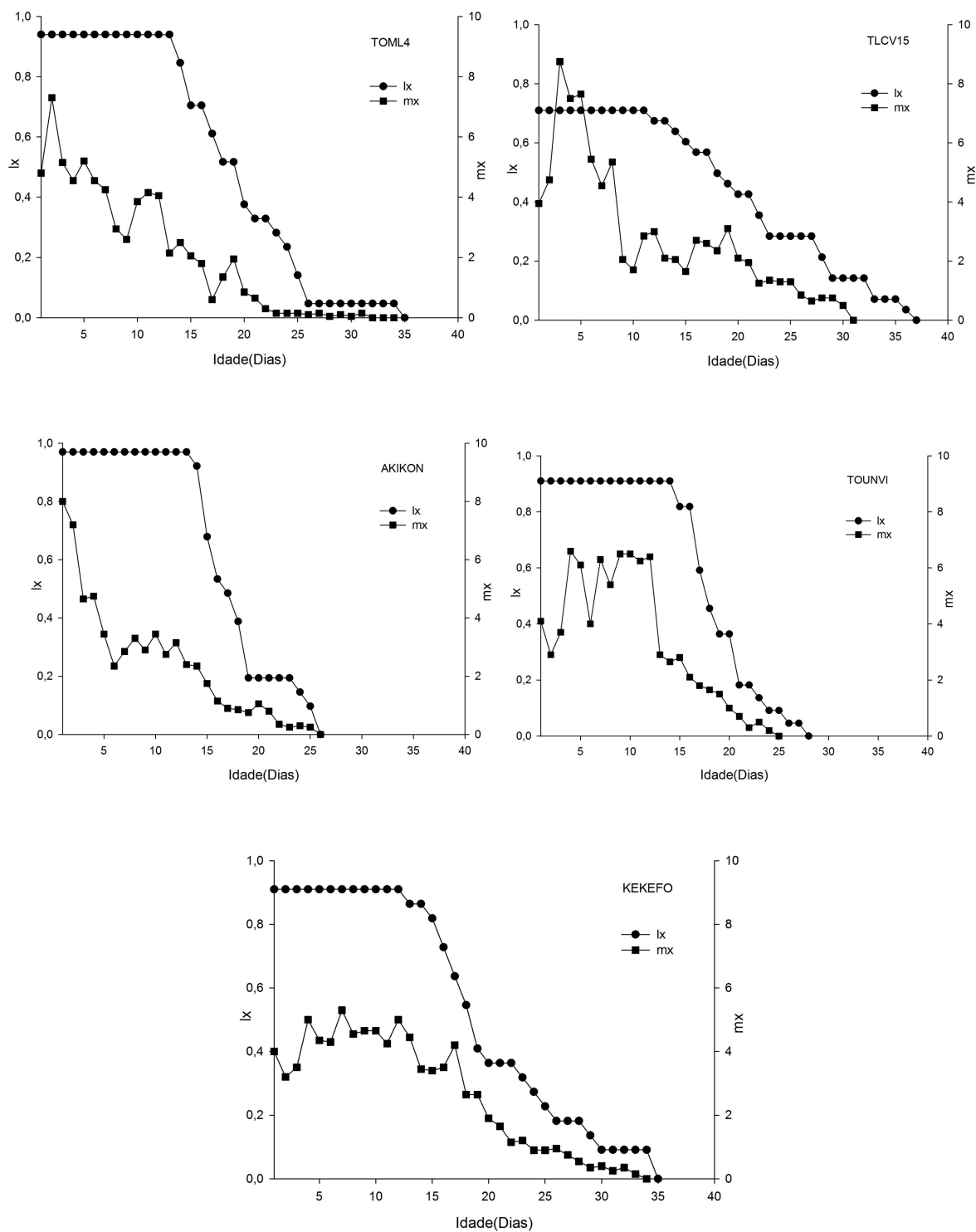


Figura 8. Número médio de descendentes fêmeas (m_x) e taxa de sobrevivência (l_x) de *Tetranychus evansi* em genótipos de tomateiro.

A Figura 8 apresenta o número médio de descendentes fêmeas (mx) e taxa de sobrevivência (lx) de *T. evansi* em genótipos de tomateiro. Observou-se pelos resultados que a sobrevivência (lx) de *T. evansi* foi de 71% no genótipo TLCV15 e mais de 90% nos demais genótipos (TOML4, AKIKON, TOUNVI e KEKEFO) até o dez sétimo dia de oviposição, com queda rápida a partir de dez oitavo dia. No vigésimo dia a mortalidade das fêmeas foi superior a 60%. O número médio de descendentes fêmeas na idade específica por dia (mx) do *T. evansi* entre os diferentes genótipos avaliados (Figura 8) atingiu os seus picos logo após ter iniciado a oviposição (1 a 8 dias após início de oviposição nos genótipos TOML4, AKIKON e TLCV15 e 1 a 13 dias nos genótipos, TOUNVI e KEKEFO). A partir de nono dia nos genótipos TOML4, AKIKON e TLCV15 e décimo quarto dia nos genótipos, TOUNVI e KEKEFO, houve uma queda rápida de oviposição das fêmeas.

4. Discussão

Os resultados do presente estudo mostraram que *T. evansi* poderia alimentar, sobreviver e se desenvolver em genótipos de tomateiro comerciais TLCV15, TOML4, AKIKON, KEKEFO e TOUNVI, mas a variabilidade dos genótipos pode afetar significativamente seus parâmetros de vida, fecundidade e fertilidade.

Todavia, *T. evansi* não completou seu desenvolvimento nos genótipos selvagens PI134417 e PI134418. Possivelmente, a presença de tricomas glandulares foi um dos fatores que inviabilizaram o desenvolvimento do ácaro sobre os genótipos PI134417 e PI134418. Fato semelhante foi verificado por Onyambus et al. 2011 que realizaram pesquisas com o genótipo PI1334417. Acredita-se que os genótipos PI134417 e PI134418 apresentem resistência do tipo antibiose. Segundo Lucini et al. (2015) a resistência do tipo antibiose pode prolongar o ciclo de desenvolvimento, causar mortalidade de fases imaturas, entre outros efeitos deletérios.

O desenvolvimento biológico de *T. evansi* foi diferente sobre os genótipos, por exemplo, produzindo descendentes viáveis sobre os genótipos

AKIKON, TLCV15, TOML4, KEKEFO e TOUNVI. Este fato pode ser explicado principalmente pela ausência, ou a menor quantidade de tricomas glandulares, vista a importância desses no fator resistência dos genótipos PI 134417 e PI134418. O desenvolvimento de *T. evansi* foi mais favorável sobre TLCV15 e KEKEFO e menos favorável sobre AKIKON, TOUNVI e TOML4. Da mesma forma, um resultado semelhante foi observado quanto a duração do ciclo biológico deste ácaro sobre genótipos de tomateiro no trabalho de Gotoh et al. (2010), nos quais o ciclo variou de 9,7 - 10,7 dias a 25° C.

Em relação aos aspectos reprodutivos de *T. evansi* os resultados obtidos por outros autores variaram em função do hospedeiro. Em nosso estudo, o período de oviposição variou de 15,6 a 20,1 dias. Entretanto, Moraes e McMurtry (1987) verificaram período de oviposição de *T. evansi* de 29 dias sobre *Solanum nigrum* L. (erva moura) a 25 °C. Enquanto Gotoh (2010) constataram período de oviposição de 17,3 a 23,1 dias a 25 °C sobre genótipos de tomateiro *Lycopersicon esculentum*.

Os número de ovos diário de *T. evansi* observados no presente estudo foi de 4,4 a 5,5 ovos por dias, valores superiores aos observados por Silva et al. (1992) em diferentes genótipos de tomateiro, em que a oviposição média de *T. evansi*, variou de zero até 3,6 ovos por fêmea. A não diferença significativa do ácaro *T. evansi* a oviposição nos genótipos comerciais foi possivelmente, caracterizada pela ausência ou a baixa concentração de componentes antibióticos, o que pode ter facilitado a oviposição semelhante do ácaro nesses genótipos. Porém, os valores de fecundidade de fêmeas (ovos/fêmea) obtidos no presente trabalho foram inferiores (67,7-95,9 ovos) aos relatados em outros trabalhos. Por exemplo, Zriki et al. (2013) obtiveram fecundidade de 111,1 ovos por fêmea de *T. evansi* em tomateiro *L. esculentum* e de 210,4 ovos por fêmea em *S. nigrum* a 25 °C. Ainda, Gotoh et al. (2010) registraram fecundidades entre 137,0 - 173,5 ovos em genótipos de tomateiro *L. esculentum*. Cabe ressaltar, porém, que no trabalho desses pesquisadores outras variáveis como condições experimentais tais como fotoperíodo e umidade relativa podem explicar estas diferenças entre os trabalhos quanto a fecundidade. Por outro lado, os valores de longevidade do presente trabalho foram semelhantes aos valores observados por Zriki et al. (2013) e inferiores aos verificados por Moraes e McMurtry (1987). Os genótipos de tomateiro testados tiveram efeitos

significativos sobre os parâmetros da tabela de vida, exceto o tempo médio entre geração (T), que foi semelhante. Essas variações de parâmetros medidos podem ser ligadas a diferença na qualidade dos genótipos apesar de que todos pertencentes a mesma espécie. *S.lycopersicum* (syn *L. esculentum*) fatores ambientais, refletidos nas diferenças nos nutrientes requeridos pelo ácaro ou diferenças nos níveis de metabolitos secundários. Helle e Sabelis (1985) em trabalhos realizados com a espécie *T. urticae* a 25°C, usaram os valores de r_m para comparar a resistência da planta à *T. urticae*. Krips et al. (1998) também usaram os valores de r_m para comparar a resistência de *T. urticae* em cultivares de gérbera resistente e suscetível foram de 0,21 e 0,26, respectivamente. Os valores de r_m observados nesse estudo ficaram dentro desse intervalo (0,225-0,256).

Moraes e McMurtry (1987) registraram 0,200-0,243 como valores de r_m em *Solanum douglasii* Dunal com *T. evansi*; Gotoh et al. (2010) registrou 0,242 dia para r_m em *Solanum nigrum* L ; Zriki et al. (2013) registraram 0,215 dia para valor de r_m ; todos eles ao estudar os parâmetros de tabela de vida de *T. evansi* em diferentes hospedeiros estudados (*S. nigrum* e *S. lycopersicum*). Castagnoli et al. (2003) usaram também parâmetros de tabela de vida de fertilidade para discriminar a resistência de genótipos de tomateiro a *T. urticae*. Os autores mostraram que o valor de r_m reflete a adequação e inadequação das plantas hospedeiras para o desenvolvimento do ácaro.

Baseando nesse parâmetro de r_m , os genótipos TLCV15 e TOML4 foram os genótipos menos adequados para o desenvolvimento do ácaro vermelho do tomateiro, uma vez que foi observado menor desempenho de *T. evansi* no genótipo TLCV15 comparado aos demais genótipos, principalmente quando comparado com os genótipos TOUNVI e KEKEFO. Essas diferenças nos valores de r_m no presente estudo podem ser explicadas pelo menor valor de razão sexual em consequência menor crescimento populacional do ácaro nos genótipos TOML4 e TLCV15. Moraes e McMurtry (1987), já obtiveram essas diferenças nos valores de r_m ao comparar a taxa intrínseca de *T. evansi* em erva moura. De acordo com Moro et al. (2012), essa condição pode ser consequência de características intrínsecas das genótipos, como composição nutricional do hospedeiro ou ainda relacionada à fatores de defesa física,

morfológica ou química da planta contra a herbivoria. Isso pode estar também relacionado ao efeito da resistência por antibiose dessa variedade ao ácaro.

A taxa de reprodução (R_0) observada nos genótipos TLCV15, TOML4 desse trabalho foi inferior à encontrada para *T. evansi* em outro trabalho de *S. lycopersicum* (Zriki et al. 2003), e próximo a observada em AKIKON (48,71) e superior à observada para TOUNVI e KEKEFO. Quanto à média de uma geração (T), os valores observados nesse trabalho apresentaram uma amplitude de 15,1 a 16,8 dias nos diferentes genótipos. Valores de T superiores foram observados por Moraes e McMurtry (1987) a 25° C para *T. evansi* (22,78 dias), por Silva et al. (2009). O tempo necessário para a população duplicar o número de indivíduos (TD) obtidos no presente estudo foi entre 2,41 e 3,08 dias, com maior tempo no TLCV15 (3,08 dias). Isso é mais um indício que mostra que o genótipo TLCV15 é menos adequado para o desempenho de *T. evansi* que as demais. Porém, esses valores de tempo de duplicação nos genótipos TOML4, KEKEFO, AKIKON e TOUNVI são inferiores, e próximos ao valor de (TD) no genótipo TLCV15 e aos encontrados para *T. evansi* (3,47 dias), a 25° C em folhas de erva moura (Moraes e McMurtry 1987), valores próximos nos genótipos TOML4, KEKEFO; AKIKON e TOUNVI e inferiores na variedade TLCV15 aos encontrados para *T. evansi* (3,47 dias), a 25°C em *S. lycopersicum* (Zriki et al.2003). Os resultados observados com r_m , R_0 , λ e TD no genótipo TLCV15, apresentaram menores valores de *T. evansi* comparado às demais genótipos. Entretanto, os valores de razão finita de aumento (λ), registados para as diferentes genótipos do presente trabalho (1,252-1,292) são próximos ao encontrados para *T. evansi* em *S. nigrum* e *S. lycopersicum* no trabalho de Zriki et al.(2003).

Em conclusão, o alto valor de r_m e de R_0 , e menor tempo para a duplicação (TD) de *T. evansi* nos genótipos KEKEFO e TOUNVI, indica que os dois genótipos são mais suscetíveis ao *T. evansi*. O genótipo AKIKON promoveu maior tempo de desenvolvimento, mas apresentou menor período longevidade, menor valor de r_m , e de R_0 em relação à TOUNVI e KEKEFO. Isso sugere que o genótipo AKIKON é suscetível ao ácaro *T. evansi*. O baixo valor de r_m e alto valor do tempo médio de duplicação (DT) para *T. evansi* em TLCV15 seguidas por TOML4 mostram que TLCV15 é o genótipo resistente seguido pela variedade TOML4 que é moderadamente resistente. *Tetranychus*

evansi não completou o desenvolvimento nos genótipos de tomateiro PI134417 e PI134418, o que sugere que esses dois genótipos são altamente resistentes ao ácaro *T. evansi* ao comparar com os demais. Essa resistência é conhecida como antibiose, promovidos possivelmente pelos tricomas glandulares tipo IV e I presentes na superfície dos folíolos dos genótipos PI134417 e PI134418. A transferência de tricomas glandulares tipos I e IV dos genótipos PI134417 e PI134418 para folíolos dos genótipos comerciais de tomateiro africanos no futuro será uma maneira efetiva para a obtenção de cultivares com elevada características de resistência ao ácaro *T. evansi*.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico, Processo: 190160/2015-2 e Tecnológico (CNPQ) pela concessão da bolsa de estudos a P. J. SAVI.

6. Refêrencias

- Azandémè-Hounmalon YG, Affognon HD, Assogba KF, Tamo M, Fiaboe KKM, Kreiter S, Martin T (2015) Farmers control practices against the invasive red spider mite, *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard in Benin. *Crop Prot* 76: 53 -58
- Blair BW (1983) *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae); a new pest of tobacco in Zimbabwe. *Coresta Phytopathology and Agronomy Study Groups* 1-6
- Bonato O (1999) The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol* 23:11–19
- Birch LC (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J Anim Ecol* 17:15–26
- Castagnoli MMR, Caccia M, Liguori S, Simoni S, Marinari GP (2003) Tomato transgenic lines and *Tetranychus urticae*: changes in plant suitability and susceptibility. *Exp Appl Acarol* 31(3/4): 177–189
- de Moraes GJ, McMurtry JA, Baker EW (1987) Redescription and distribution of the spider mites *Tetranychus evansi* and *T. marianae*. *Acarologia* 28: 333–343
- de Moraes, GJ, McMurtry JA (1987) Effect of temperature and sperm supply on the reproductive potential of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol* 3: 95–107
- de Moraes GJ, Flechtmann CHW (2008) *Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 208p
- Giustolin TA, Vendramin JD (1991) Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona na biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick). *An Soc Ent Bras* 25(3) 417- 422

- Gotoh T, Sugimoto N, Pallini A, Knapp M, Hernandez-Suarez E, Ferragut F, Ho CC, Migeon A, Navajas M, Nachman G (2010) Reproductive performance of seven strains of the tomato red spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) at five temperatures. *Exp Appl Acarol* 52(3):239–259
- Greco NM, Pereyra PC, Guillade A (2006) Host plant acceptance and performance of *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). *J Appl Entomol* 130: 32–36
- Helle W, Sabelis MW (1985) Spider mites. Their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier 1Av
- Jeppson LR, Keifer HH, Baker EW (1975) Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, CA, USA. 614 pp
- Krips OE, Witul A, Willems PEL, Dicke M (1998) Intrinsic rate of population increase of the spider mite *Tetranychus urticae* on the ornamental crop gerbera: intraspecific variation in host plant and herbivore. *Entomol Exp Appl* 89: 159–168
- Lucini T, Faria MV, Rohde C, Resende JTV, Oliveira, JRF (2015) Acylsugar and the role of trichomes in tomato genotypes resistance to *Tetranychus urticae*. *Arthropod- Plant Inte* 9: 45-53
- MacDonalds AJ, Snetsinger R, Grun P (1972) Inheritance of resistance in *Solanum* to the twospotted spider mite. *J Econ Entomol* 65(3):761–764
- Maia AHN, Luiz, AJB, Campanhola C (2000) Statistical influence on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. *J Econ Entomol* 93: 511–518
- Mackauer M (1983) Quantitative assessment of *Aphidius smithii* (Hymenoptera: Aphidiidae): fecundity, intrinsic rate of increase, and functional response. *Can Entomol* 115: 399–415

- Neto MP, Sarmiento RA, de Oliveira WP, Picanço MC, Erasmo EAL (2013) Biologia e tabela de vida do acaro-vermelho *Tetranychus bastosi* em pinhão manso. *Pesqui Agropecu Bras* 48(4): 353-357
- Painter RH (1951) *Insect resistance in crop plants*. New York: Macmillan. pp. 520
- Rivero E, Vásquez C (2009) Biologia e tabela de vida de *Tetranychus desertorum* (Acari: Tetranychidae) sobre folhas de feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Zoologia* 26: 38-42
- SAS Institute Inc. (2015). *SAS/STAT® 9.4 User's Guide*. SAS Institute, Cary, NC
- Saunyama IGM, Knapp M (2003) The effects of pruning and trellising of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) on red spider mite (*Tetranychus evansi* Baker & Pritchard) incidence and crop yield in Zimbabwe. *Afr Crop Sci J* 11:269–277
- Silva EA, Reis PR, Carvalho TMB, Altoé BF, (2009) *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on *Gerbera jamesonii* Bolus and Hook (Asteraceae). *Braz J Biol* 69:1121-1125
- Silva P (1954) Um novo ácaro nocivo ao tomateiro na Bahia (*Tetranychus marianae* McGregor, 1950-Acarina). *Bol Inst Biol Bahia* 1:18–37
- Smith CM (2005) *Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches*. The Netherlands: Springer. pp. 423. doi:10.1007/1-4020-3702-3
- Sousa JM de, Gondim Junior MGC, Lofego AC (2010) Biologia de *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Acari:Tetranychidae) em três espécies de Annonaceae. *Neotrop Entomol* 39: 319-323
- Zriki G, Saker I, Boubou A. (2013) Life history parameters of the tomato red spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae), collected in Syria, on two *Solanaceous* plants. *ACARINES* 7(2): 71-76

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas envolvendo a resistência de plantas a pragas e doenças são de extrema importância para agricultura mundial, especialmente para redução das contaminações causadas pelo uso indiscriminado de agrotóxicos e produção de alimentos mais saudáveis. No presente estudo, o objetivo central foi avaliar e selecionar genótipos de tomateiros oriundos da África e da América do Sul com resistência ao ácaro *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae).

Possivelmente, *T. evansi* tem como centro de origem a América do Sul e foi introduzido na África no século passado, tornando-se praga importante em tomateiro em muitos países deste continente. Portanto, estudos que envolvam a colaboração de países da África e da América do Sul são fundamentais para mitigar os prejuízos causados por este ácaro pelo mundo.

No presente estudo foi possível constatar que *T. evansi* desenvolve-se nos genótipos oriundos da África, todavia os genótipos TLCV15 e TOML4 foram menos favoráveis ao desenvolvimento deste ácaro. Um dos fatores que explicam este resultado refere-se à presença e ao número de determinados tipos de tricomas, como apresentado nos Capítulo 2. Por outro lado, o ácaro não se desenvolveu nos genótipos selvagens sul americanos PI134417 e PI134418, indicando resistência destas plantas ao ácaro.

Os resultados obtidos até aqui contribuem diretamente para manejo do ácaro, desde a seleção do genótipo a ser cultivado como complemento ao controle químico utilizado e ao Manejo Integrado de Pragas em geral. Porém, como etapas seguintes a esta pesquisa vislumbra-se o cruzamento entre os genótipos em programas de melhoramento, com o intuito de transferência de genes de interesse e obtenção de plantas mais resistentes a *T. evansi* e produtividade desejada, tanto quantitativamente quanto qualitativamente.