

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**PARÂMETROS ASSOCIADOS À RESISTÊNCIA AO  
ÁCARO RAJADO DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO  
COM ALTOS TEORES DE ZINGIBERENO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**JOÃO RONALDO FREITAS DE OLIVEIRA**

**GUARAPUAVA-PR**

**2014**

**JOÃO RONALDO FREITAS DE OLIVEIRA**

**PARÂMETROS ASSOCIADOS À RESISTÊNCIA AO  
ÁCARO RAJADO DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO  
COM ALTOS TEORES DE ZINGIBERENO.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende  
Orientador

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Nardi  
Co-orientadora

GUARAPUAVA-PR  
2014

**JOÃO RONALDO FREITAS DE OLIVEIRA**

**PARÂMETROS ASSOCIADOS À RESISTÊNCIA AO ÁCARO RAJADO DE  
GENÓTIPOS DE TOMATEIRO COM ALTOS TEORES DE ZINGIBERENO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em    de    de

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Nardi

Co-orientadora

Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende

Orientador

GUARAPUAVA-PR

2014

Ao meu querido Pai Hirto e a minha amada mãe Soeli,

As minhas irmãs Luciana e Márcia,

A meu irmão Luiz Henrique (*in memoriam*),

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao grande arquiteto do universo, Deus, que permite que eu seja forte para que possa, com as próprias mãos, desbastar minha “pedra bruta” e cavar masmorras ao vício, e com arrojo e coragem ingressar na senda da virtude.

Aos meus pais, irmãs e irmão, por todo apoio, força e incentivo.

À Universidade Estadual do Centro Oeste, pela formação profissional, em especial ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal.

Ao Prof. Juliano Tadeu Vilela de Resende, pela oportunidade oferecida, pela confiança, amizade, orientação e convívio durante estes dois anos.

À Prof<sup>a</sup>. Cristiane Nardi, pela orientação e inestimável contribuição ao meu conhecimento entomológico; pelo incentivo e amizade em todos os momentos.

A Prof<sup>a</sup>. Carla Daiane Leite, pelas oportunidades oferecidas.

Ao pesquisador André Luis Matioli, (Instituto Biológico de São Paulo, Campinas-SP), pela identificação e confirmação da espécie dos ácaros.

Aos funcionários de campo, Elias, Ângelo, Manuel, Gilberto, Marcos, por atender nossos inúmeros pedidos.

Aos funcionários administrativos, Cristiano e Letícia pelo apoio sempre que preciso.

A todos os colegas do grupo de Olericultura, em especial a Isabela Pereira de Lima e Tiago Lucini que foi meu professor nos trabalhos com ácaros.

Aos membros do Laboratório de Entomologia Agrícola, em especial a Alana e Renato, os quais contribuíram muito neste trabalho.

A Fundação Araucária, pelo auxílio financeiro.

## SUMÁRIO

Resumo .....	6
Abstract.....	8
1. Introdução.....	9
Referências .....	12
2. Resistência por antixenose ao ácaro rajado, <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae) em genótipos de tomateiro ( <i>Solanum</i> spp.) .....	16
Resumo .....	16
Abstract.....	17
2.1 Introdução.....	18
2.2 Material e métodos .....	19
2.2.1 Local dos experimentos .....	19
2.2.2 Obtenção dos ácaros .....	19
2.2.3 Obtenção dos genótipos de tomateiro e cultivo das plantas .....	20
2.2.4 Identificação e quantificação de tricomas .....	20
2.2.5 Bioensaios com chance de escolha .....	22
2.2.6 Bioensaios sem chance de escolha .....	23
2.2.7 Análise estatística .....	24
2.3 Resultados e discussão .....	24
2.3.1 Identificação e quantificação de tricomas .....	24
2.3.2 Bioensaio com chance de escolha .....	28
2.3.3 Bioensaio sem chance de escolha .....	33
2.3.4 Comportamento de caminhamento .....	34
2.3.5 Conclusão .....	36
2.5 Referências .....	36
3. Resistência por antibiose ao ácaro rajado, <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae), em genótipos de tomateiro ( <i>Solanum</i> spp.) .....	38
Resumo .....	38
Abstract.....	39
3.1 Introdução.....	40
3.2 Material e métodos .....	41
3.2.1 Local dos experimentos .....	41
3.2.2 Obtenção e criação dos ácaros.....	41
3.2.3 Obtenção dos genótipos e cultivo das plantas .....	42
3.2.4 Ciclo de vida do ácaro rajado .....	43
3.2.5 Fecundidade do ácaro rajado .....	44
3.2.6 Análise estatística .....	45
3.3 Resultados e discussão .....	45
3.3.1 Ciclo de vida do ácaro rajado .....	45
3.3.2 Fecundidade do ácaro rajado .....	49
3.4 Conclusões.....	51
3.5 Referências .....	52



## RESUMO

OLIVEIRA, João R.F de. **Parâmetros associados à resistência ao ácaro rajado de genótipos de tomateiro com altos teores de zingibereno.** Guarapuava: UNICENTRO, 2013. 50p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

Um dos grandes entraves da tomaticultura brasileira é o controle de pragas, uma vez que o tomateiro é uma cultura muito suscetível e que sofre ataque de inúmeros artrópodes-praga. Em decorrência disso, a preocupação com o desenvolvimento de cultivares resistentes a pragas tem se ampliado e é indicada como uma estratégia importante no manejo de pragas. No presente trabalho, objetivou-se determinar os mecanismos envolvidos na resistência de genótipos de tomateiro portadores de altos teores de zingibereno ao ácaro rajado. Os genótipos avaliados foram a cultivar comercial Redenção (*Solanum lycopersicum*), com baixo teor de zingibereno e suscetível ao ácaro rajado, o acesso selvagem *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826, com alto teor de zingibereno e resistente ao ácaro rajado, uma planta da geração F<sub>1</sub> do cruzamento interespecífico (Redenção x *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826), três genótipos da geração F<sub>2</sub> portadores de alto teor de zingibereno (RVTZ pl#79; RVTZ pl#142; RVTZ pl#331) e um genótipo da geração F<sub>2</sub> portador de baixo teor de zingibereno (RVTZ pl#09). Para a determinação do mecanismo de resistência, foram realizados os testes com e sem chance de escolha. Foram determinados também a densidade e tipo de tricomas foliares nas faces abaxial e adaxial. Altas densidades dos tricomas glandulares nos genótipos selecionados para alto teor do aleloquímico indicam a maior relevância destes tricomas para associação com o zingibereno. Os genótipos portadores de alto teor de zingibereno, (*Solanum habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826, RVTZ pl#79; RVTZ pl#142; RVTZ pl#331 e F<sub>1</sub>, foram os menos preferidos pelo ácaro rajado para permanecer e ovipositar, demonstrando que esses genótipos apresentaram resistência do tipo não-preferência. No bioensaio sem chance de escolha a espécie selvagem proporcionou mortalidade de ácaros adultos e mortalidade total das ninfas. Nesses mesmos genótipos, houve redução da taxa de oviposição em todos os testes realizados e no estudo dos parâmetros biológicos verificou-se um prolongamento significativo do período de incubação do ovo, chegando aos 4,8 dias no genótipo RVTZ pl#142. É possível inferir que o mecanismo do tipo antibiose também está envolvido na resistência desses genótipos ao ácaro rajado. A maior densidade de tricomas glandulares do tipo IV e VI influenciou negativamente no desenvolvimento e na oviposição do ácaro rajado. O teor de zingibereno encontra-se

associado com os tricomas glandulares tipo IV e VI em genótipos com altos teores do aleloquímico. Neste trabalho observou-se a associação do zingibereno com os tricomas glandulares, os quais proporcionaram resistência ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).

**Palavras-Chave:** oviposição, tricomas, biologia, antibiose, antixenose.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, João R.F de. **Parameters associated with mite resistance of tomato genotypes with high levels of zingiberene** Guarapuava: UNICENTRO, 2013. 50p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

Since the tomato is a very susceptible plant and is damaged by numerous arthropod pests, one of the major obstacles of Brazilian tomato production is the pest control. As a result, the breeding and the development of cultivars resistant to herbivores has expanded and is indicated as an important strategy in integrated pest management. This study aimed to determine the resistance mechanisms against spider mite that occur in tomato genotypes with high levels of zingiberene. The genotypes were commercially cultivated Redemption (*Solanum lycopersicum*, low- zingiberene and susceptible to spider mite), the wild *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* PI- 127826 with high content of zingiberene and resistant spider mite ) , a plant of the F1 generation of interspecific cross (*Solanum* Redenção x *S habrochaites* var . *hirsutum* PI- 127826 ), and three genotypes of the F2 individuals with high levels of zingiberene ( RVTZ pl # 79 ; RVTZ pl # 142 ; RVTZ pl # 331) and two genotypes of the F2 individuals with low- zingiberene levels ( RVTZ pl # 09). To determine the mechanism of resistance, we tested the mites in behavioral free-choice or no-choice bioassays . The density and the category of leaves trichomes on abaxial and adaxial surface were also determined. Genotypes with high zingiberene levels (*Solanum habrochaites* var *hirsutum* PI- 127826 , RVTZ pl # 79; RVTZ pl # 142; RVTZ pl # 331 and F<sub>1</sub> , were less preferred by the mite to stay and lay eggs in the free-choice bioassays, suggesting that the resistance can be of non-preference type. However, in no-choice bioassays, wild species showed a mortality of nymphs and adult mites. These genotypes also reduced the rate of oviposition in all of bioassays, and prolonged the incubation period of the egg, which achieved 4.8 days in the genotype RVTZ pl # 142. Probably, the antibiosis is also involved in the resistance of these genotypes to the mite. The higher density of type IV and VI glandular trichomes reduced the performance of spider mite in development and oviposition parameters. In this study we observed the association of zingiberene with glandular trichomes, which provided resistance to *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).

**Keywords** : oviposition, trichomes, biology, antibiosis, antixenosis.

## 1. Introdução

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L., é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, sendo que a demanda pelo fruto tem crescido constantemente para consumo *in natura* e para produtos industrializados. A ampla aceitação mundial se dá pela utilização do fruto em pratos variados e também em decorrência do seu valor nutricional. O fruto é rico em vitaminas B e C, ferro e fósforo, aminoácidos essenciais, açúcares e fibras, além do pigmento licopeno que atua como antioxidante natural (ALVARENGA, 2012).

De acordo com Kennedy (2002), um dos grandes entraves da tomaticultura brasileira é o controle de pragas, uma vez que o tomate é uma cultura muito suscetível e que sofre ataque de inúmeros artrópodos-praga. Tal suscetibilidade deve-se, em grande parte, a domesticação e ao processo de melhoramento de cultivares, que culminaram no desenvolvimento de cultivares mais produtivas, em detrimento da resistência a doenças e pragas. Assim, durante a domesticação do tomateiro, a perda de alelos e o consequente estreitamento na base genética, provocaram a perda também das características de resistência a esses organismos. Em decorrência disso, a preocupação com o desenvolvimento de cultivares resistentes a pragas tem se ampliado e é indicada como uma estratégia importante no manejo de pragas (JOHNSON, 1992). Nas últimas três décadas, a maioria das pesquisas envolvendo o gênero *Solanum* spp. visa identificar mecanismos e ampliar os graus de resistência de cultivares para a resistência à artrópodes-pragas (KENNEDY, 2002).

De todas as espécies conhecidas de *Solanum*, somente *S. lycopersicum* é cultivada, enquanto que as demais são selvagens, *S. cheesmaniae*, *S. chilense*, *S. chmielewskii*, *S. habrochaites* (= *L. hirsutum*), *S. neorickii*, *S. penellii*, *S. peruvianum*, *S. pimpinellifolium* (ALVARENGA, 2012). Algumas dessas apresentam grau elevado de resistência a artrópodos-praga e demonstram grande potencial para utilização em programas de melhoramento genético visando a obtenção de cultivares comerciais resistentes (GONÇALVES et al., 2006). As espécies selvagens *S. habrochaites*, *S. pennellii* (LEITE, 2004; GONÇALVES-NETO et al., 2010) são as mais empregadas em pesquisas sobre resistência a artrópodes-pragas, seguidas de *S. peruvianum* (MARUYAMA et al., 2002; SUINAGA, et al., 2004). Desse modo, as características físicas e químicas das plantas podem alterar o comportamento das pragas e também interferir na sua biologia, reduzindo sua adaptação e conferindo proteção as plantas (LARA, 1991).

Trabalhos realizados por Maruyama et al. (2002) e Fancelli et al. (2003)

demonstraram que diferentes espécies de tomateiro selvagem apresentam padrões distintos de resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch) (Acari: Tetranychidae) e mosca-branca (*Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B) (Hemiptera: Aleyrodidae), respectivamente. Resultado similar foi obtido por Fernandes et al. (2009) que avaliaram 34 genótipos de *S. lycopersicum* quanto a resistência a mosca-branca.

Em tomateiro, os principais fatores de resistência a artrópodos-praga já evidenciados são a presença de tricomas glandulares e não glandulares, além dos aleloquímicos exsudados pelos tricomas (FREITAS et al., 2002). Vários aleloquímicos presentes em *Solanum spp.* selvagem têm sido associados com resistência a artrópodos-pragas, sendo que os mais estudados são o zingibereno (sesquiterpeno) (FREITAS et al., 2000, GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2009) e o 2-tridecanona (metil-cetona) e acilaçúcares (ésteres de ácido graxo) (PEREIRA et al., 2008; RESENDE, et al., 2009; MACIEL et al., 2010; GONÇALVES-NETO et al., 2010).

A partir de cruzamentos de *S. lycopersicum* com espécies selvagens de *Solanum spp.*, Freitas et al. (2002) demonstraram que a resistência das plantas aos artrópodos-praga ocorre em razão da presença de substâncias químicas excretadas por tricomas glandulares presentes nos folíolos destas espécies. Entre as substâncias estudadas encontra-se o zingibereno, um sesquiterpeno presente em folíolos de *S. habrochaites* var. *hirsutum*, cuja presença foi detectada por Freitas et al. (2000) no genótipo *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826.

Segundo Gianfagna et al. (1992); o zingibereno ocorre exclusivamente no ápice de tricomas glandulares do tipo VI, porém, Maluf et al. (2001) e Freitas et al. (2002) associaram a presença desse aleloquímico também ao tricoma glandular do tipo IV. Freitas et al. (2000) estabeleceram uma metodologia espectrofotométrica rápida, de baixo custo e não destrutiva para a quantificação de zingibereno em populações segregantes, o que favorece programas de melhoramento genético. Com base nesta metodologia Maluf et al. (2001) submeteram genótipos de *S. habrochaites* var. *hirsutum* a estudos de resistência, os quais apresentaram níveis elevados de resistência ao ácaro-rajado *T. urticae*.

O melhoramento genético do tomateiro visando resistência a pragas tem-se baseado em cruzamentos interespecíficos entre o tomateiro cultivado (*S. lycopersicum*) e espécies de tomateiro selvagem que possuem características morfológicas e químicas que as tornam menos preferidas ou danificadas por insetos (GONÇALVES-GERVÁSIO et al., 1999; LEITE et al., 1999; LABORY et al., 1999; ARAGÃO et al., 2000; RESENDE et al., 2008; RESENDE et al., 2009).

Na cultura do tomateiro, o ácaro rajado (*T. urticae*) tem potencial para causar grandes perdas econômicas, principalmente quando as condições são propícias para seu desenvolvimento, como altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar. Desse modo, esse artrópode pode se tornar uma praga importante, principalmente em ambiente protegido, o qual oferece as condições adequadas. Além disso, o ácaro rajado apresenta elevada capacidade reprodutiva, podendo apresentar até 25 gerações por ano, o que exige que o controle adotado seja extremamente eficiente para manter a população do ácaro abaixo do nível de dano econômico (MALUF et al., 2007).

As principais espécies de *Tetranychus* que atacam o tomateiro são *T. urticae* e *T. evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae). Em São Paulo, e provavelmente em outros estados produtores, o ataque do ácaro rajado, *T. urticae* é muito mais frequente quando comparado ao ataque do ácaro vermelho, *T. evansi* (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Os danos causados nas plantas pelos tetraniquídeos são provocados pela ação dos estiletes de ninfas e adultos que esvaziam as células epidérmicas e parenquimatosas e geram pontuações translúcidas. Em consequência, aparecem áreas prateadas ou verde-pálidas devido à remoção dos cloroplastos e ocorre a oxidação das áreas atacadas, que conferem tons bronzeados à folha. Em ataques mais intensos, a folha pode apresentar manchas necróticas, secar totalmente e cair (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Os ácaros podem, ainda, ocasionar perdas na qualidade dos frutos, pois a epiderme destes se torna áspera e queimada pela exposição ao sol, resultando em queda na produtividade (MUELLER et al, 2008; MECK et al, 2012, 2013).

Considerando a importância do ácaro rajado para a cultura do tomateiro, destaca-se a necessidade de se investigar as interações de *Solanum* e este artrópodo-praga, visando caracterizar quais fatores de resistência das plantas podem influenciar as populações deste ácaro. Além disso, uma vez que o controle destes organismos é realizado unicamente por agrotóxicos, o desenvolvimento de cultivares resistentes gera novas perspectivas para a supressão populacional em campo.

Salienta-se também que o desenvolvimento de cultivares de tomateiro com elevados níveis de resistência a esses e outros artrópodes-praga é imprescindível na prática do manejo integrado de pragas. Uma das estratégias tem sido a busca por altos níveis foliares de aleloquímicos em espécies selvagens que, após o processo de cruzamentos, seleção e retrocruzamentos, tem se mostrado efetivos em conferir resistência às principais pragas do tomateiro (FREITAS et al, 2002; RESENDE et al, 2008; GONÇALVES et al, 2010).

No presente trabalho objetivou-se identificar resistência ao ácaro rajado em genótipos de tomateiro com teores contrastantes de zingibereno, avaliando genótipos provenientes de cruzamentos interespecíficos de *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI 127826’ e a cultivar comercial *S. lycopersicum* “Redenção”.

## Referências

- ALVARENGA M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2012, p. 391.
- ARAGÃO, C.A. MALUF, W.R. DANTAS, B.F. GAVILANES, M.L. CARDOSO, M. das G. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.24, p.81-93, 2000.
- FERNANDES, M.E. de S. SILVA, D.J.H. de. FERNANDES, F.L. PIKANÇO, M.C. GONTIJO, P.C. GALDINO, T.V. da S. Novos acessos de tomateiro resistentes à mosca-branca biótipo B. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1545-1548, 2009.
- FERRAZ, E., RESENDE, L.V.; LIMA, G.S.A.; SILVA, M.C.L.; FRANÇA, J.G.E.; SILVA, D.J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 578-580, 2003.
- FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GOMES, L.A.A.; BEARZOTTI, E. Inheritance of foliar zingiberene contents and their relationship to trichome densities and whitefly resistance in tomatoes. **Euphytica**, Wageningen, v.127, n.2, p.275-287, 2002.
- FREITAS, J.A.de. MALUF, W.R. CARDOSO, M. das G. OLIVEIRA, A.C. B. de. Seleção de plantas de tomateiro visando à resistência à artrópodes-praga mediada por zingibereno. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 919-923, 2000.
- 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).
- GIANFAGNA, T.J.; CARTER, C.D.; SACALIS, J.N. Temperature and photoperiod influence trichome density and sesquiterpene content of *Lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum*. **Plant Physiology**, v.100, p. 1403- 1405, 1992.
- GONÇALVES, L.D. MALUF, W.R. CARDOSO, M. das G. RESENDE, J.T.V. de. CASTRO, E.M. de. SANTOS, N.M. NASCIMENTO, I.R. do. FARIA, M.V. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.267-273, 2006.
- GONÇALVES-GERVASIO, R. de C. R.; CIOCIOLA, A. I.; SANTA-CECILIA, L. V.; MALUF, W. R. Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (LEPIDOPTERA: GELECHIDAE) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-

tridecanona nos folíolos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p. 247-251, 1999.

GONÇALVES-NETO, Á.C.; SILVA, V. de F.; MALUF, W.R.; MACIEL, G.M.; NÍZIO, D.A.C.; GOMES, L.A.A.; AZEVEDO, S.M. de. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilaçúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.203-208, 2010.

JOHNSON, R. Past, present, and future opportunities in breeding for disease resistance, with examples from wheat. **Euphytica**, Wageningen, v.63, p. 3–22, 1992.

KENNEDY, G.G. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicum*. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 48, p. 51-72, 2002.

LABORY, C. R. G.; SANTA-CECILIA, L. V. C.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. das G.; BEARZOTTI, E.; DOUZA, J. C. de. Seleção indireta para teor de 2-tridecanona em tomateiros segregantes e sua relação com a resistência à traça do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 733-740, 1999.

LARA F M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. Ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LEITE, G. L. D.; PIKANÇO, M.; AZEVEDO, A. A., GONRING, A. H. R. Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na resistência de *lycopersicum hirsutum* à traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p. 2059-2064, 1999.

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

LUCINI, Tiago. **Mecanismo de resistência de genótipos de tomateiro ricos em acil-açúcares ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae)**. Guarapuava: UNICENTRO, 2012. 65p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

MACIEL, G.M. MALUF, W.R. SILVA, V. de F. GONÇALVES-NETO, A.C. NOGUEIRA, D.W. GOMES, L.A.A. Heterose e capacidade combinatória de linhagens de tomateiro ricas em acilaçúcares. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1161-1167, 2010.

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, 2007.

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 zingiberene contents. **Euphytica**, Wageningen, v. 121, n. 1, p.73-80, 2001.

MARUYAMA, W.I. TOSCANO, L.C. BOIÇA JÚNIOR, A.L. BARBOSA, J.C. Resistência de genótipos de tomateiro ao ácaro rajado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p. Brasília, v.20, n.3, p.480-484, 2002.

MECK, E.D., KENNEDY G.G., WALGENBACH, J.F. Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on yield, quality, and economics of tomato production. **Crop Protection**, Guildford, v.52, p. 84-90, 2013.

MECK, E.D., WALGENBACH, J.F., KENNEDY, G.G. Association of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) feeding and gold fleck damage on tomato fruit. **Crop Protection**, Guildford, v. 42, P. 24-29, 2012.

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

MULLER, S.; WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P dos. **Indicações técnicas para o tomateiro tutorado na Região do Alto Vale do Rio do Peixe**. Florianópolis: Epagri, 2008. 78p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 45).

PEREIRA, G.V.N. MALUF, W.R. GONÇALVES, L.D. NASCIMENTO, I.R. do. GOMES, L.A.A. LICURSI, V. Seleção para alto teor de acilalúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e à traça (*Tuta absoluta*). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.996-1004, 2008.

PONTES, W, J.T. **Efeito de extratos vegetais e óleos essenciais de espécies nativas de Pernambuco sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari Tetranychidae)**. 2006. 99p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RESENDE, J,T.V. de. MALUF. W.R. CARDOSO, M. G. GONÇALVES, L.D. FARIA, M.V. NASCIMENTO, I. R. do. Resistance of tomato genotypes to the silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p. 345-348, 2009.

RESENDE, J. T. V.; MALUF, W. R. ; CARDOSO, M. G. ; FARIA, M. V. ; GONCALVES, L. D. ; NASCIMENTO, I. R.. Resistance of tomato genotypes with high level of acylsugars to *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 1, p. 31-35, 2008.

REZENDE, D, D, M. **Resistência a acaricidas em *Phytoseiulus macropilis* (Banks), (Acari: Phytoseiidae)**. 2010. 43p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa Minas Gerais.

SILVA, A.C. CARVALHO, G.A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004, p. 391.

SILVA, V. de F. MALUF, W.R. CARDOSO, M. das G. GONÇALVES-NETO, A.C. MACIEL, G.M. NÍZIO, D.A.C. SILVA, V.A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.9, p.1262-1269, 2009.

SUINAGA, F.A., PICANÇO, M.C., MOREIRA, M.D., SEMEÃO, A.A., MAGALHÃES, S.T.V. Resistência por antibiose de *Lycopersicum peruvianum* a traça do tomateiro. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 22, n. 2, p. 281-285, 2004

## **2. Resistência por antixenose ao ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em genótipos de tomateiro (*Solanum* spp.)**

### **Resumo**

No presente trabalho, objetivou-se avaliar o comportamento do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) na presença de genótipos de tomateiro com diferentes teores de zingibereno e provenientes de cruzamentos de *Solanum. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI 127826’ e a cultivar comercial *Solanum. lycopersicum* “Redenção”. Para tanto, foi investigado se os teores desse aleloquímico influenciam a seleção do hospedeiro para locomoção, alimentação e oviposição nestes ácaros. O zingibereno, presente em *S. habrochaites* var. *hirsutum* (PI-127826) encontra-se nos tricomas glandulares é um aleloquímico que confere resistência a insetos e ácaros-praga do tomateiro. A resistência a esses artrópodes-praga é esperada em genótipos com alta densidade destes tricomas, que ao mesmo tempo tem alto teor de zingibereno. Nos ensaios comportamentais, pode-se observar a não preferência de *T. urticae*, pela planta selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI 127826 e também pelos genótipos com alto teor de zingibereno, RVTZ pl#79; RVTZ pl#142; RVTZ pl#331. Plantas com baixo teor de zingibereno, RVTZ pl#09 e a cultivar comercial *S. lycopersicum* “Redenção” foram suscetíveis a *T. urticae*, tanto para postura, quanto para alimentação. Com base nos resultados observados para *T. urticae*, concluiu-se que existe o mecanismo de resistência do tipo “não preferência”, por genótipos com alto teor de zingibereno.

## Abstract

### **Antixenosis resistance to mite in tomato genotypes with high levels of zingiberene.**

In this research we investigated the behavior of spider mite (*Tetranychus urticae*) when exposed to tomato genotypes with different levels of zingiberene, and derived from crosses of *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI 127826' and commercial cultivar *S. lycopersicum* "Redenção". Thus, we proceed free-choice and no-choice bioassays to characterize the influence of this zingiberene levels in host selection for locomotion, feeding and oviposition of the mites. The zingiberene derived from *S. habrochaites* var. *hirsutum* (PI-127826) is found in glandular trichomes, is an active principle which confers multiple insect and mite pests of tomato resistance. The resistance to these arthropod pests, is expected in genotypes with high density of these trichomes, which simultaneously have high content of zingiberene. In these behavioral studies, we observed non-preference of *T. urticae* by the wild plant *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI 127826', and by RVTZ pl # 79 RVTZ pl # 142 ; RVTZ pl # 331 genotypes, with high content of zingiberene. Plants with low zingiberene levels, RVTZ pl # 09 and the commercial cultivar *S. lycopersicum* 'Redenção', showed a high susceptibility to *T. urticae*, which preferred this plant to laying and feeding. Therefore, we conclude that high zingiberene levels provide behavioral resistance against *T. urticae*, and the genotypes show the no-preference resistance mechanism.

## 2.1 Introdução

Na tomaticultura brasileira, um dos principais problemas é a alta suscetibilidade das plantas ao ataque de pragas, as quais estão presentes em todos os sistemas de produção. Entre os artrópodes-praga que atacam o tomateiro, o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) está entre os mais importantes, pois ninfas e adultos sugam o conteúdo celular, causando amarelecimento, necrose e queda de folhas, resultando em perdas econômicas significativas (SUINAGA et al., 2004; MECK, 2012, 2013). Considerando a alta capacidade destrutiva desses ácaros, o seu controle é realizado basicamente com agrotóxicos. Em casos mais extremos, para o tomate de mesa, pode chegar a três aplicações semanais, totalizando 36 aplicações durante o ciclo da cultura, o que acarreta a elevação dos custos de produção e também riscos de contaminação dos produtores, consumidores e meio ambiente (SUINAGA et al., 2004). Assim, o desenvolvimento de cultivares com graus elevados de resistência aos ácaros pode ser uma alternativa viável, reduzindo os níveis populacionais e incrementando as possibilidades de controle em um programa de manejo integrado de pragas (MIP) (FREITAS et al., 2000).

Considerando que as espécies selvagens de *Solanum* possuem fatores químicos e físicos de resistência a artrópodes-praga, nos últimos anos tem-se buscado incrementar graus de resistência em cultivares comerciais de *S. lycopersicum* a partir de cruzamentos destes dois grupos de plantas (GONÇALVES et al., 2006). Dentre as espécies selvagens, *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* 'PI 127826' é uma das mais promissoras em programas de melhoramento genético, para resistência a pragas. Esta espécie possui altas densidades de tricomas glandulares do tipo IV (MALUF et al., 2001; FREITAS et al., 2002) e VI (CARTER et al. 1989; GIANFAGNA et al., 1992), que liberam o zingibereno, composto volátil com ação deletéria sobre artrópodes-praga. Segundo Freitas et al (2000), o cruzamento interespecífico de *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI 127826', resulta em uma geração com maior grau de resistência a pragas.

De acordo com Gonçalves et al. (2006), a correlação positiva entre a densidade dos tricomas glandulares, os teores de zingibereno e a resistência a artrópodes-pragas se mantém após retrocruzamentos, tornando possível a obtenção de plantas resistentes via seleção indireta para alto teor de zingibereno nos folíolos.

Desse modo, é possível utilizar a densidade de tricomas e respostas comportamentais dos ácaros como parâmetros para a constatação de genótipos derivados desses cruzamentos e potenciais para uso em programas de melhoramento para resistência a artrópodes-praga

(FREITAS et al., 2000a, b).

No presente trabalho, objetivou-se avaliar o comportamento do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) em genótipos de tomateiro com diferentes teores de zingibereno, obtidos de cruzamentos entre *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI 127826’ e a cultivar comercial *S. lycopersicum* “Redenção”.

## **2.2 Material e Métodos**

### **2.2.1 Local dos experimentos**

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Entomologia e Fisiologia Vegetal, localizados no Departamento de Agronomia, no Campus Cedeteg da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, em Guarapuava, PR (latitude 25°23'36" S e longitude 51°27'19" W e altitude média de 1100 metros). Os experimentos foram realizados durante o período de janeiro a maio de 2013.

### **2.2.2 Obtenção dos ácaros**

Para início da criação, foram coletados indivíduos de *T. urticae* no campo experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO Campus CEDETEG - Guarapuava – PR. Os adultos coletados foram enviados ao Instituto Biológico de Campinas, (Campinas-SP) e identificados em nível de espécie.

Uma vez confirmada a espécie, foi estabelecida uma criação estoque, na qual os ácaros foram mantidos e multiplicados em plantas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.), cultivadas em vasos (5 L) e acondicionadas em sala climatizada (25±2°C, fotofase de 12 horas), sob irrigação diária.

Os vasos contendo as plantas de feijão de porco e os ácaros foram substituídos por plantas novas à medida que as plantas colonizadas pelos ácaros apresentaram sintomas intensos de ataque ou início de senescência. Essa substituição foi realizada colocando-se folhas com alta infestação do ácaro das plantas antigas, sobre as plantas novas.

A partir da criação estoque, deu-se início à criação programada, a qual consistia em 10 ácaros adultos (3 machos e 7 fêmeas) mantidos em folíolos individuais de feijão de porco, obtidos na parte mediana das plantas. Cada folíolo foi mantido em bandejas plásticas (200x300 mm), com a face inferior voltada para cima, e sobre uma esponja umedecida em água destilada.

Os ácaros foram mantidos nos folíolos durante 24 horas, e em seguida os adultos foram retirados, permanecendo apenas os ovos. Para a renovação e preparo de novas bandejas, os folíolos antigos em estágio de senescência foram colocados sobre os folíolos novos, permitindo a passagem dos ácaros. A criação programada foi realizada em câmara climatizada tipo BOD (temperatura  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas).

### 2.2.3 Obtenção dos genótipos de tomateiro e cultivo das plantas

Para obter os genótipos foram realizados cruzamentos interespecíficos entre *S. habrochaites* var *hirsutum* PI-127826 (espécie selvagem com altos teores de zingibereno, fontes de resistência a pragas) e a cultivar ‘Redenção’ *S. lycopersicum* (com baixos teores de zingibereno). A cultivar ‘Redenção’ foi desenvolvida para processamento industrial, tem hábito de crescimento determinado e apresenta resistência ao geminivírus e tospovírus e nematóide das galhas (FERRAZ et al., 2003). A quantificação do teor de zingibereno foi realizada segundo metodologia proposta por Freitas et al. (2000). Para esta avaliação foram utilizados genótipos contrastantes quanto ao teor de zingibereno, da população  $F_2$  que foi obtida a partir de sementes de autofecundação de plantas  $F_1$  do cruzamento interespecífico (*S. habrochaites* var *hirsutum* x *S. lycopersicum* ‘Redenção’).

A partir da quantificação, selecionou-se plantas com teores contrastantes de zingibereno, sendo três genótipos para alto teor (RVTZ pl#79; RVTZ pl#142; RVTZ pl#331) e um para baixo teor (RVTZ pl#09), além de *S. habrochaites* var *hirsutum* e *S. lycopersicum* ‘Redenção’. Todos os materiais foram clonados a partir do enraizamento de brotos axilares retirados das plantas. Os clones foram transferidos para vasos com cinco litros de capacidade, contendo cinco quilograma de substrato (solo e substrato comercial na proporção de 1:1) e adubados com fertilizante químico N-P-K da formulação 04-14-08. Durante o desenvolvimento das plantas, foram realizados todos os tratos culturais rotineiros, como adubações, irrigação, tutoramento, entre outros, exceto tratamento fitossanitário. As plantas foram mantidas em casa de vegetação até os 45-60 dias de idade, quando foram utilizadas nos bioensaios.

### 2.2.4 Identificação e quantificação de tricomas

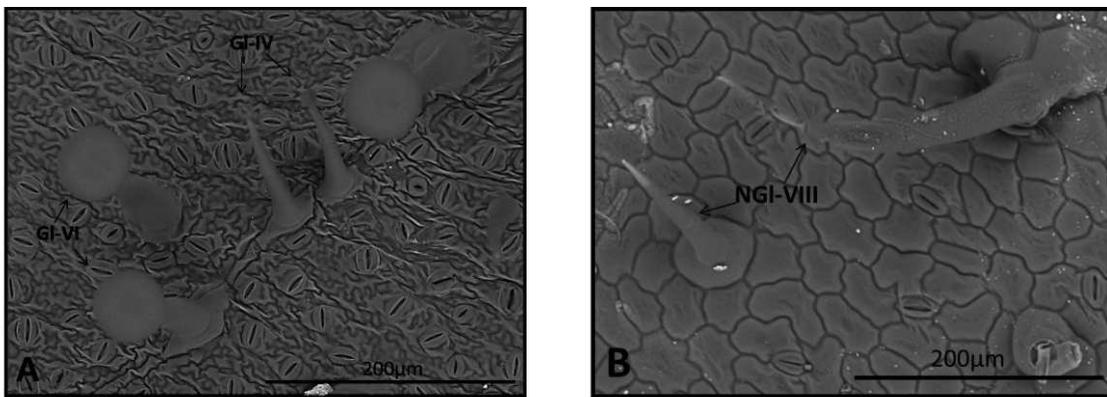
Para identificação e quantificação dos tricomas, foram coletados folíolos da parte

mediana das plantas de cada genótipo, com idade de 45-60 dias. Esses folíolos foram previamente lavados com água destilada e posteriormente secados a sombra.

Para a identificação e contagem dos tricomas foram obtidas imagens em microscópio eletrônico de varredura (MEV) (Hitachi High-Tech TM3000), com filamento de tungstênio, baixo vácuo e 15 kV.

Quatro folíolos de cada genótipo foram submetidos a cortes circulares (10 mm), com o auxílio de um cortador de folhas. Cada um destes discos foi subdividido em quatro partes, as quais foram fixadas em fita de carbono sobre o compartimento porta amostra, para posteriormente serem observados em MEV, em aumento de 100 vezes.

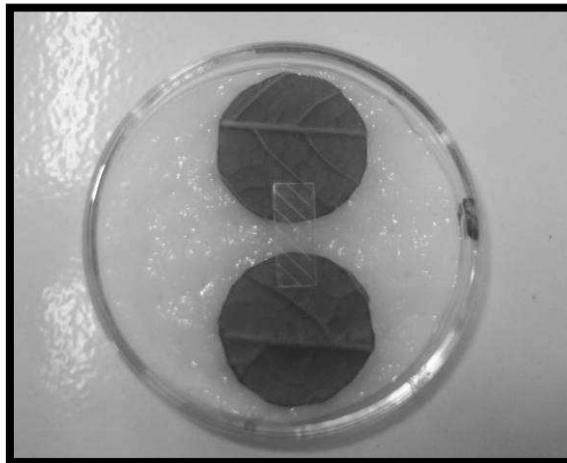
A identificação do tipo de tricoma foi segundo classificação Luckwill (1943) e Toscano (2001). Para tanto, foram observados o comprimento, a presença ou não de glândula na extremidade apical e o formato de cada glândula. Os tricomas com a presença de glândulas foram identificados como glandulares do tipo IV e VI e os tricomas com ausência de glândulas foram identificados como não glandulares do tipo VIII (Figura 1). A contagem foi realizada separadamente nas faces adaxial e abaxial para os tricomas glandulares e no total da secção para os tricomas não glandulares. Para cada uma das secções avaliadas foram registrados o número de tricomas presentes por um mm<sup>2</sup>.



**Figura 1:** Superfície do folíolo de tomateiro, *S. habrochaites* var *hirsutum* (A) e *S. lycopersicum* 'Redenção'(B), identificados conforme a classificação de Luckwill (1943) e Toscano (2001). A) tricomas glandulares (GI) do tipo IV (GI-IV) e do tipo VI (GI-VI); B) tricomas não glandulares do tipo VIII (NGI-VIII). Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura, aumento 200X.

#### 2.2.4 Bioensaios com chance de escolha

Com o objetivo de avaliar a preferência das fêmeas do ácaro rajado em relação aos genótipos de tomateiro, foram realizados experimentos com chance de escolha em arenas. Estas arenas consistiram, em placas de petri (60 mm de diâmetro) contendo uma camada de algodão, sobreposta a uma esponja saturada em água (Figura 2). Nas extremidades opostas das placas foram inseridos discos foliares (30 mm de diâmetro) de dois tratamentos distintos, os quais foram conectados por uma lamínula de plástico (18 x 18 mm).



**Figura 2.** Placa de petri contendo uma arena para a realização do bioensaio com chance de escolha, a fim de avaliar o direcionamento do ácaro rajado, *Tetranychus urticae*, em relação a os genótipos de tomateiro.

Todos os discos foliares foram obtidos de folhas medianas das plantas de tomateiro com 50 dias de desenvolvimento e dispostos na placa de petri com a face inferior voltada para cima. Após montadas as arenas, seis fêmeas adultas dos ácaros foram liberadas na porção mediana da lamínula, a qual permitia a livre passagem e o acesso dos ácaros aos folíolos de ambas as extremidades. A liberação dos indivíduos foi realizada com auxílio de pincel de cerdas finas e sob estereomicroscópio. As placas foram mantidas durante 24 horas em câmara climatizada tipo BOD (temperatura  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas). Após esse período, realizou-se a contagem do número de ácaros presentes em cada um dos discos, além do número de ovos depositados. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 5 repetições.

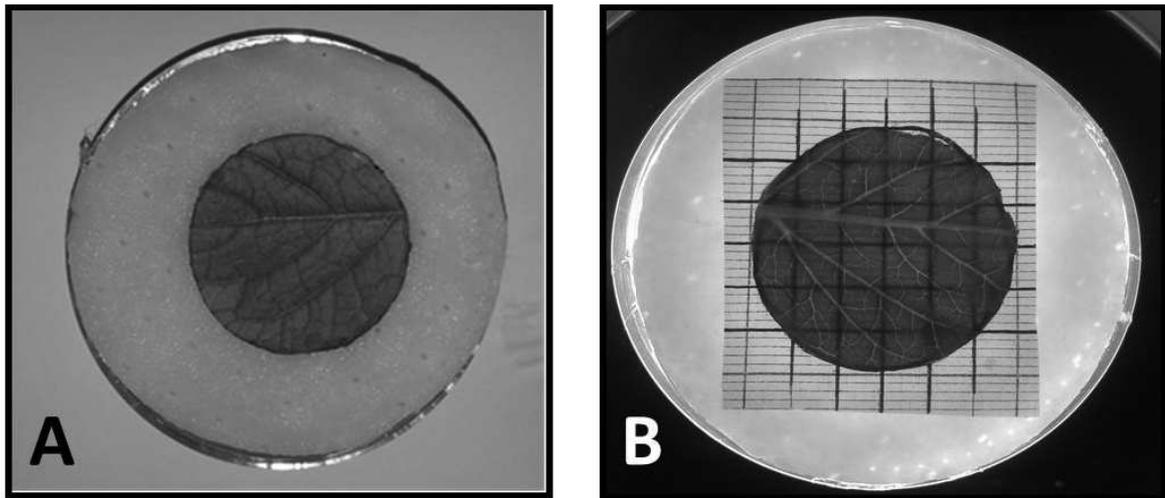
## 2.2.6 Bioensaios sem chance de escolha

**Comportamento de alimentação e oviposição.** Estes bioensaios foram realizados em placas de petri (60mm de diâmetro), preenchidas com uma espuma umedecida em água destilada. Sobre esta espuma, foi inserido, individualmente, um disco foliar de cada um dos tratamentos (30mm de diâmetro), mantendo-se a face inferior voltada para cima (Figura 3A). Sobre cada disco foram transferidas seis fêmeas adultas oriundas da criação, com auxílio de um pincel de cerdas finas e um estereomicroscópio. As fêmeas foram mantidas sobre os discos durante 24 horas, após o qual se contabilizou o número de ácaros vivos e o número de ovos depositados sobre cada disco.

O experimento foi realizado em inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 10 repetições, sendo que o conjunto de placas foi mantido em câmara climatizada do tipo BOD (temperatura  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas).

**Comportamento de caminamento.** Para avaliar a capacidade de locomoção dos ácaros nos folíolos de cada um dos genótipos de tomateiro foram utilizados discos de 30 mm de folíolos retirados na parte mediana das plantas. Os folíolos foram dispostos com a parte abaxial voltada para cima, inseridos sobre uma camada de esponja e algodão umedecidos em água destilada e, finalmente, sobre uma folha de papel milimetrado (Figura 3B). Após montadas essas arenas, fêmeas de *T. urticae* foram liberadas, individualmente, no centro do disco com o auxílio de pincel de cerdas finas. Em microscópio estereoscópico, observou-se o caminamento das fêmeas durante 10 minutos, registrando-se manualmente o percurso dos ácaros em uma segunda folha de papel milimetrado. Após dez minutos de registros, retirou-se a fêmea e contabilizou-se a distância percorrida no período, bem como a velocidade de locomoção dos indivíduos. Além disso, analisou-se também a área da folha explorada pela fêmea durante a locomoção, contando o número de quadrantes percorrido, sabendo-se que cada disco foi dividido em 32 quadrantes.

Para cada um dos genótipos avaliados foram liberadas 20 fêmeas. Os bioensaios foram realizados em blocos ao acaso, repetindo-se todos os genótipos em cada um dos dias de avaliação.



**Figura 3.** Material utilizado para os bioensaios sem chance de escolha de *Tetranychus urticae* em genótipos de tomateiro. A) Arena formada por um disco foliar mantida sobre uma placa de petri forrada com esponja e algodão umedecidos; B) Arena utilizada para os bioensaios de caminhamento, contendo uma folha de papel milimetrado entre o disco foliar e o algodão umedecido.

### 2.2.7 Análise estatística

Os dados referentes aos bioensaios com chance de escolha foram analisados pelo teste de qui-quadrado ( $P \leq 0,05$ ), testando-se a hipótese de igualdade entre as frequências observadas e esperadas de indivíduos que se dirigiam para cada tratamento. Por sua vez, os bioensaios de capacidade de locomoção foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). As análises foram realizadas pelo software *Statística 7.0* (StatSoft Inc., 2004).

Os dados obtidos pela identificação e quantificação de tricomas, bem como os bioensaios de oviposição sem chance de escolha, foram analisados pelo programa estatístico *Sisvar®*, sendo os mesmos submetidos ao teste de normalidade de Bartlett e posteriormente submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## 2.3 Resultados e discussão

### 2.3.1 Identificação e quantificação de tricomas

Todos os genótipos selecionados para alto teor de zingibereno, bem como o padrão de resistência, demonstraram maiores densidades de tricomas glandulares quando comparados

aos genótipos de baixo teor (Tabela 1). Por sua vez, o genótipo padrão de suscetibilidade, (*S. lycopersicum* ‘Redenção’), não diferiu do genótipo selecionado para baixo teor de zingibereno (Tabela 1).

De modo geral, a superfície abaxial dos folíolos apresentou maior quantidade de tricomas glandulares (IV+VI), em relação à superfície adaxial. Em genótipos nos quais os tricomas IV estavam presentes, a densidade variou de 8,0 a 51,0 tricomas mm<sup>-2</sup> na superfície abaxial, e de 4,7 a 35,2 tricomas mm<sup>-2</sup> na superfície adaxial.

Entre os tricomas glandulares identificados sobre toda a superfície dos folíolos, aqueles do tipo IV foram os que predominaram na maioria dos genótipos, exceto em Redenção, no qual os tricomas IV estão ausentes. Avaliando as duas faces do folíolo, a planta RVTZ-pl#331 apresentou o maior número de tricomas glandulares IV (86,2 tricomas mm<sup>-2</sup>) em relação aos genótipos de baixo e de altos teores de zingibereno. Estes dados evidenciam que o zingibereno também está associado a glândulas localizadas em tricomas glandulares IV. Por este motivo, plantas com baixo teor de zingibereno apresentam menor número destas estruturas e no caso de *S. lycopersicum* ‘Redenção’ ausência de tricomas IV.

Tricomas VI foram encontrados em maior número em *S. habrochaites* var. *hirsutum* (23,2 tricomas mm<sup>-2</sup>) na face abaxial do folíolo, seguido das plantas RVTZ-pl#331, RVTZ-pl#79 e RVTZ-pl#142 e F<sub>1</sub>, com alto teor de zingibereno (Tabela 1).

Considerando o total de tricomas IV e VI, as maiores densidades foram observadas nos genótipos *S. habrochaites* var. *hirsutum*, RVTZ-pl#331, RVTZ-pl#79 e RVTZ-pl#142 e F<sub>1</sub> os quais também apresentam os maiores teores de zingibereno (Tabela 1). Isto está de acordo com Freitas *et al.* (2002), que observaram a alta correlação entre teor de zingibereno e densidade de tricomas IV e VI. Além disso, estes resultados indicam que o composto pode ser liberado pelos dois tipos de tricomas, IV e VI.

Quanto ao número de tricomas não glandulares (tipo VIII) apenas a espécie selvagem não apresentou essas estruturas. Os demais genótipos apresentaram, em ambas as faces do folíolo, quantidades que variaram de 0,25 a 84,5 tricomas VIII por milímetro quadrado, sendo que as maiores quantidades foram observadas nas cultivares ‘Redenção’ e em RVTZ-2011pl#09, planta com baixo teor de zingibereno (Tabela 1). Os genótipos de alto teor, RVTZ-2011pl#331, RVTZ-2011pl#79, RVTZ-2011pl#142 e F<sub>1</sub>, apresentaram baixa densidade de tricomas VIII, embora RVTZ-2011pl#79 tenha diferido das demais com uma quantidade maior dessas estruturas (Tabela 1).

A presença e a densidade de um tipo de tricomas em uma determinada espécie de *Solanum* podem estar associadas a existência diferentes acessos da mesma espécie ou até mesmo à influência de fatores como o fotoperíodo, a idade da planta, o nível de adubação e a posição da folha no dossel. De acordo com Snyder et al. (1998), esses fatores podem influenciar, principalmente a densidade de tricomas IV e VI de *S. habrochaites*.

No presente trabalho, os resultados demonstram que a espécie selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum* apresenta maior número de tricomas glandulares em relação às cultivares comerciais, as quais, por sua vez, possuem maior número de tricomas não-glandulares. Freitas et al. (2002), em estudo relacionado a populações mais próximas do genitor selvagem com alto teor de zingibereno, observaram a presença de tricomas glandulares do tipo IV e VI, comprovando a ligação destes tricomas com os altos teores deste aleloquímico presente nas plantas selecionadas.

Chatzivasileiadis e Sabelis (1997) verificaram que o acesso PI 134417 da espécie selvagem *S. habrochaites* var. *glabratum* possuía tricomas glandulares do tipo VI com elevada concentração de metil-cetonas, substâncias altamente tóxicas ao ácaro rajado. Já para *S. lycopersicum* verificou-se menores quantidades desse tipo de tricoma, o que indica ser necessário que o ácaro entre em contato com um maior número desses tricomas para ter a morte provocada. Considerando que o zingibereno está associado a tricomas VI, assim como as metil-cetonas, é possível que também o efeito deste composto seja ampliado em plantas com densidades elevadas desses tricomas.

Os resultados obtidos evidenciam que o zingibereno está associado principalmente a glândulas localizadas na extremidade apical dos tricomas glandulares IV e VI, do mesmo modo que foi verificado por, Freitas et al. (2002). Considerando que a presença desses tricomas não se restringe a uma face do folíolo, sugere-se que o zingibereno também seja liberado em ambas as faces da folha. Em decorrência disso, observa-se aumento no nível de resistência ao ácaro rajado em plantas com números elevados destes tricomas em ambas as faces do folíolo.

**Tabela 1.** Teor de zingibereno e número médio de tricomas glandulares e não glandulares ( $\pm$ EP) por  $\text{mm}^2$  presentes nas superfícies abaxial (aba) e adaxial (ada) de genótipos de tomateiro. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013.

Genótipos	Teor de ZGB <sup>1</sup>	Tricomas Glandulares						Tricomas não glandulares			
		Tipo IV			Tipo VI			Tipo IV+VI			Tipo VIII
		Abaxial	Adaxial	Total (aba+ada)	Abaxial	Adaxial	Total (aba+ada)	Abaxial	Adaxial	Total (aba+ada)	Total (aba+ada)
RVTZ-2011p#331 (=Alto1)	0,746	51,0 $\pm$ 7,4a	35,2 $\pm$ 0,9a	86,2 $\pm$ 7,8 a	1,5 $\pm$ 0,9c	2,7 $\pm$ 1,0a	4,2 $\pm$ 1,6bc	52,5 $\pm$ 7,3a	38,0 $\pm$ 2,4a	90,5 $\pm$ 7,4a	0,2 $\pm$ 0,2d
RVTZ-2011p#79(=Alto2)	0,715	35,7 $\pm$ 6,2ab	8,2 $\pm$ 1,1bc	44,0 $\pm$ 7,1 bc	7,7 $\pm$ 1,1b	0,7 $\pm$ 0,5a	8,5 $\pm$ 1,0b	43,5 $\pm$ 7,0a	9,0 $\pm$ 2,4cd	52,5 $\pm$ 7,9b	5,7 $\pm$ 0,2c
RVTZ-2011p#142(=Alto3)	0,813	33,5 $\pm$ 6,5ab	16,5 $\pm$ 1,3b	50,0 $\pm$ 7,3 bc	7,5 $\pm$ 1,3b	4,5 $\pm$ 2,9a	12,0 $\pm$ 4,1b	41,0 $\pm$ 5,8a	21,0 $\pm$ 2,5b	62,0 $\pm$ 4,7b	3,5 $\pm$ 0,6c
RVTZ-2011p#09(=Baixo)	0,247	8,0 $\pm$ 2,7c	4,7 $\pm$ 0,0cd	12,7 $\pm$ 2,5d	0,0 $\pm$ 0,0c	1,5 $\pm$ 1,0a	1,5 $\pm$ 0,9c	8,0 $\pm$ 2,7b	6,2 $\pm$ 1,4d	14,2 $\pm$ 2,0c	13,5 $\pm$ 2,1b
<i>S. lycopersicum</i> (Redenção)	0,084	0,0 $\pm$ 0,0d	0,0 $\pm$ 0,0d	0,0 $\pm$ 0,0e	0,0 $\pm$ 0,0c	0,0 $\pm$ 0,0a	0,0 $\pm$ 0,0c	0,0 $\pm$ 0,0c	0,0 $\pm$ 0,0e	0,0 $\pm$ 0,0d	84,5 $\pm$ 1,0a
<i>S. habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i>	1,099	20,7 $\pm$ 1,1bc	39,0 $\pm$ 2,7a	59,7 $\pm$ 1,4ab	23,2 $\pm$ 2,7a	4,0 $\pm$ 1,2a	27,2 $\pm$ 3,0a	44,0 $\pm$ 2,9a	43,0 $\pm$ 2,0a	87,0 $\pm$ 4,0a	0,0 $\pm$ 0,0d
F <sub>1</sub> (Redenção x PI 127826')	0,328	24,0 $\pm$ 1,3b	12,2 $\pm$ 0,9bc	36,2 $\pm$ 1,1c	6,0 $\pm$ 0,9b	4,5 $\pm$ 0,6a	10,5 $\pm$ 1,2b	30,0 $\pm$ 2,1a	16,7 $\pm$ 2,7bc	46,7 $\pm$ 1,4b	0,2 $\pm$ 0,2d
CV (%)		17,5	16,89	11,81	16,62	35,51	20,58	14,78	12,83	9,35	9,07
F		29,41 **	42,4 **	62,59**	48,24**	2,59*	23,97**	37,21**	58,93**	101,77**	469,33**

<sup>1</sup>Teor de Zingibereno medido em absorvância a 270nm. \*\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,01$ ).

Dados originais na tabela. Para análise, os dados foram transformados em  $\sqrt{(X+0,5)}$ .

### 2.3.2 Bioensaio com chance de escolha

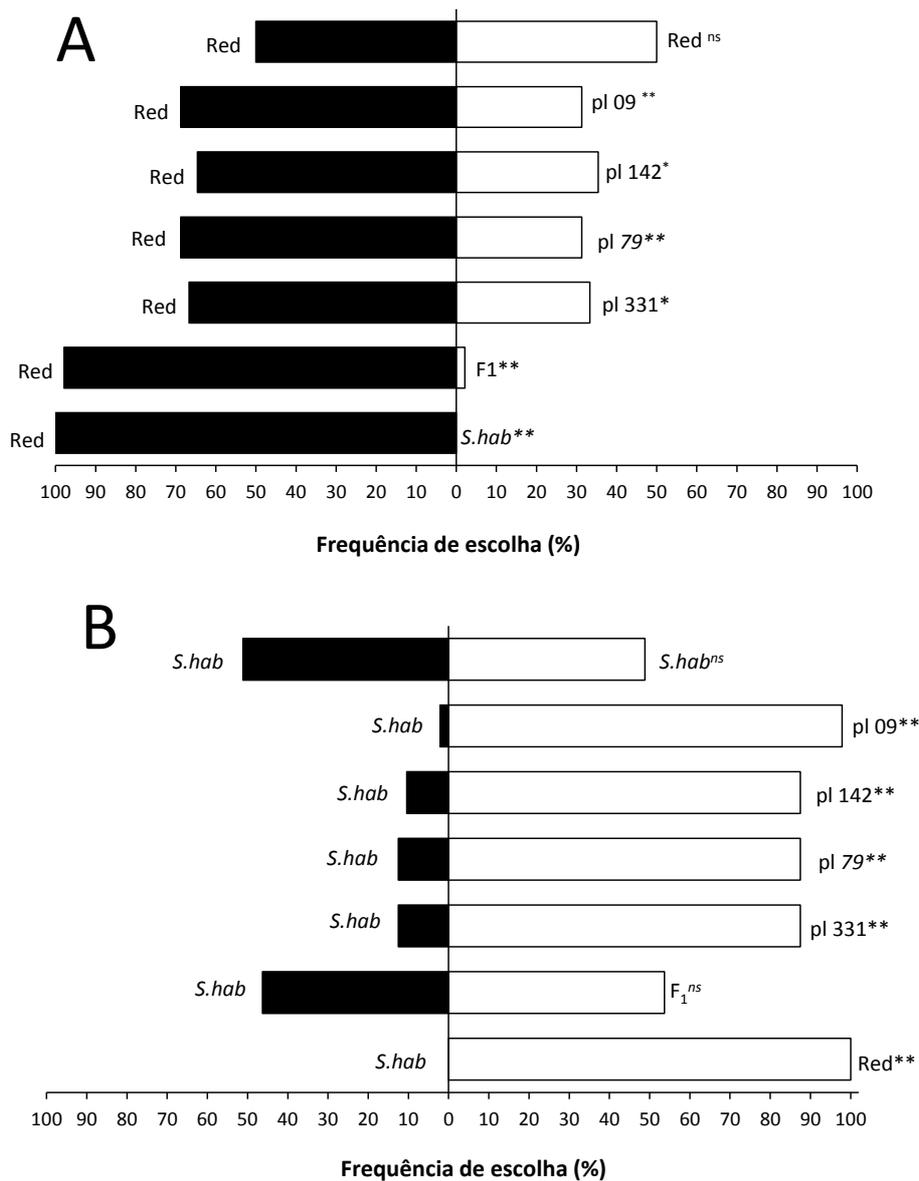
Nos bioensaios de preferência, houve diferença na frequência de escolha do ácaro rajado em relação aos genótipos avaliados. Quando se comparou os genótipos padrões de resistência e de suscetibilidade, confirmou-se a preferência dos ácaros em relação ao padrão suscetível (*S. lycopersicum* “Redenção”), bem como a rejeição ao genótipo utilizado como padrão de resistência (*S. habrochaites* var. *hirsutum*) (Figura 4 A, B).

Quando liberados em arenas contendo *S. habrochaites* var. *hirsutum* em combinação com os demais genótipos, evidenciou-se uma acentuada rejeição a esse genótipo selvagem, exceto quando a combinação oferecida foi *S. habrochaites* var. *hirsutum* e F<sub>1</sub> (Figura 4 B). Neste último caso, as frequências de escolhas dos ácaros não diferiram entre os tratamentos, indicando que ambos os genótipos influenciam igualmente o comportamento dos artrópodos e que o genótipo F<sub>1</sub> proporciona níveis de resistência semelhantes ao padrão resistente. Por outro lado, embora os genótipos RVTZ-2011pl#331, RVTZ-2011pl#79, RVTZ-2011pl#142 tenham sido selecionados pelo alto teor de zingibereno, estes teores não foram suficientes para ocasionar uma alteração no comportamento dos ácaros quando o genótipo *S. habrochaites* var. *hirsutum* foi utilizado como padrão (Figura 4 B). Entretanto, é provável que na ausência do genótipo selvagem padrão de resistência, as diferenças nos teores de zingibereno resultem em alterações na preferência e na frequência de escolha dos ácaros.

A maior diferença de escolha pelo ácaro rajado foi observada na combinação de (*S. habrochaites* var. *hirsutum* X *S. lycopersicum* (Redenção), onde 100% dos ácaros escolheram a cultivar Redenção. Isso se deve ao fato, desta planta ser o padrão de suscetibilidade, ou seja o baixo teor de zingibereno, que leva o ácaro a optar por esta planta e não pela planta selvagem, que possui alto teor de zingibereno (Figura 4 A, B).

A preferência alimentar do ácaro rajado, confrontado *S. lycopersicum* (Redenção) e os demais genótipos, também apresentou diferença na frequência de escolhas (Figura 4A). Na comparação da preferência alimentar entre *S. lycopersicum* (Redenção) e o genótipo RVTZpl#09, observa-se que, apesar dos baixos teores de zingibereno, este genótipo demonstrou certo nível de resistência, uma vez que foi rejeitado em relação ao genótipo padrão de suscetibilidade. O mesmo ocorreu para os genótipos com altos teores do composto (RVTZ-2011pl#331, RVTZ-2011pl#79, RVTZ-2011pl#142), que foram rejeitados em relação a *S. lycopersicum* (Redenção) (Figura 4A). Assim, é provável que na ausência do genótipo padrão de suscetibilidade, as diferenças na frequência de escolhas dos ácaros sejam mais

claramente evidenciadas.



**Figura 4.** Frequência de escolhas realizadas pelo ácaro rajado, *Tetranychus urticae*, em relação a genótipos de tomateiro, *Solanum lycopersicum*. A) Comparação entre a cultivar padrão de suscetibilidade, *S. lycopersicum* Redenção e todas as demais; B) Comparação entre o genótipo padrão de resistência, *S. habrochaites* var. *hirsutum* e todas as demais. (<sup>ns</sup>) Não significativo; (\*) Diferença significativa entre os tratamentos (n=48, Qui-quadrado; P<0,05); (\*\*) Diferença significativa entre os tratamentos (n=48, Qui-quadrado; P<0,01).

Esses resultados sugerem que, embora os genótipos selecionados demonstrem diferenças quando comparados aos padrões de resistência e de suscetibilidade, os seus reais níveis de resistência são mais claramente mensuráveis quando estes forem comparados entre si. Valores significativos observados nas frequências de escolha, quando comparado *S.*

*habrochaites* var. *hirsutum* com os demais genótipos comprovam que o aleloquímico zingibereno está presente e causa a repelência ao ácaro rajado.

Gonçalves et al. (2006), em experimento avaliando a repelência ao ácaro vermelho *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) demonstraram a eficiência de clones com alto teor de zingibereno, quando comparado com clones de baixo teor desse aleloquímico. Os autores afirmam o grande potencial para utilização de materiais em programas de melhoramento que visem a obtenção de plantas resistentes a artrópodes-praga.

A fim de caracterizar os níveis de resistência dos genótipos selecionados para alto e baixo teor de zingibereno, comparou-se cada um deles com os demais genótipos, além dos padrões de resistência e de suscetibilidade (Figura 5). Quando analisada a frequência de escolha dos ácaros ao genótipo F<sub>1</sub> em comparação com os demais, observou-se que este genótipo apresenta um alto nível de resistência (Figura 5A). Isso porque os ácaros não diferiram entre as plantas F<sub>1</sub> e o padrão de resistência, *S. habrochaites* var. *hirsutum*, além de serem repelidos por plantas F<sub>1</sub> quando estas foram oferecidas em combinação com outros genótipos de alto teor e com genótipos de baixo teor.

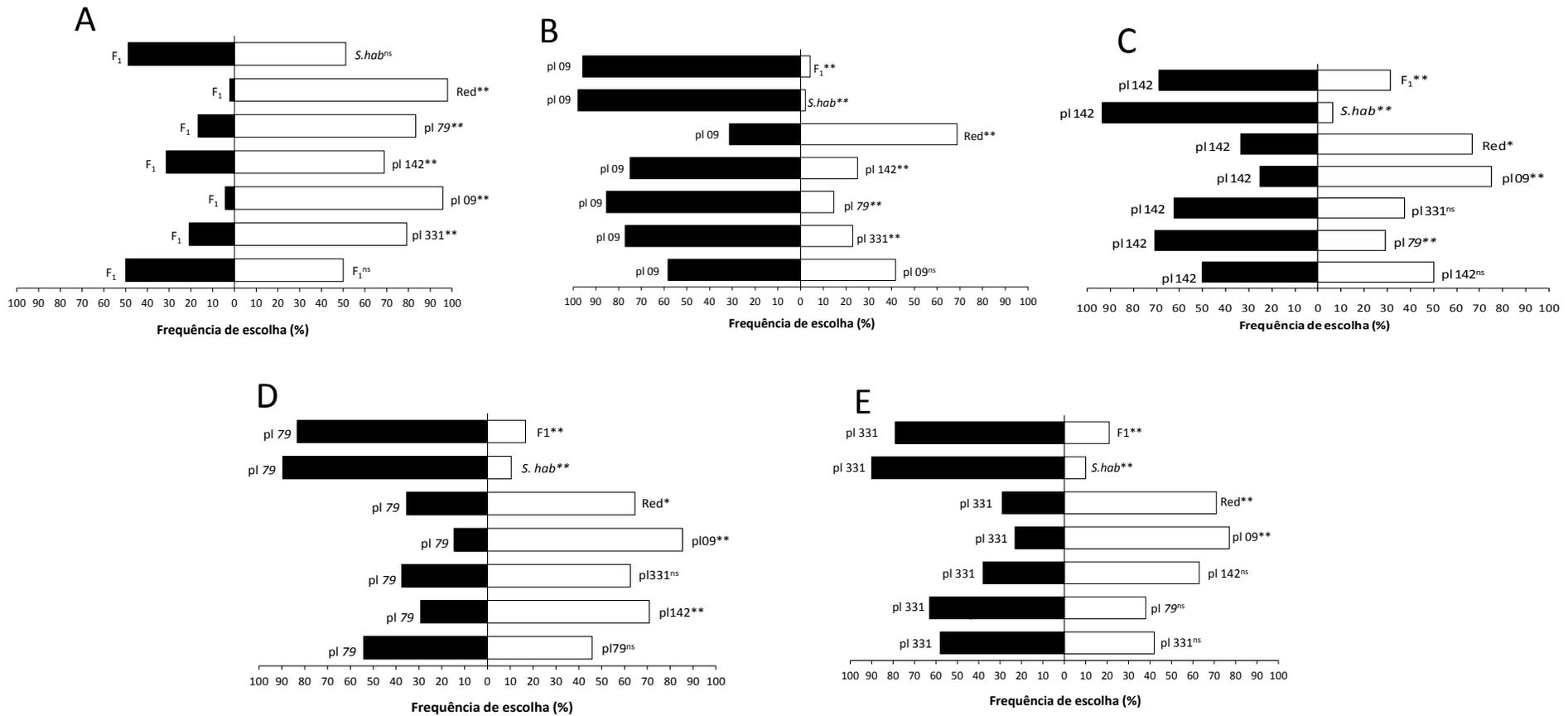
Para as comparações entre o genótipo RVTZpl#09 e os demais, verificou-se que este apresenta maior grau de resistência que o padrão de suscetibilidade (“Redenção”). Isso ocorreu pelo fato que mesmo RVTZpl#09 sendo baixo teor de zingibereno, ele apresenta uma leve presença do aleloquímico, provocando assim uma rejeição pelo ácaro, quando comparado ao genótipo Redenção (Figura 5B). Por outro lado, em comparação com genótipos de alto teor de zingibereno, este genótipo mostrou-se suscetível, uma vez que foi preferido em detrimento daqueles com altos teores de zingibereno.

Analisando a frequência de escolha do ácaro rajado em relação aos genótipos selecionados para altos teores de zingibereno, RVTZpl#142, RVTZpl#79 e RVTZpl#331, verificou-se graus aproximados de resistência entre eles, não sendo possível a diferenciação precisa entre eles (Figura 5 C, D, E). Embora o RVTZpl#79 tenha ocasionado repelência nos ácaros quando comparado com o RVTZpl#142, aquele genótipo não demonstrou diferença em relação a RVTZpl#331. Assim, contrastando-se o genótipo RVTZpl#79 com todos os demais, verifica-se que este apresenta grau de resistência maior do que RVTZpl#142 e semelhante a RVTZpl#331. Entretanto, quando comparados estes dois genótipos entre si, não se observa diferença na frequência de escolhas dos ácaros e, conseqüentemente, não é possível diferenciar os graus de resistência entre eles, considerando os resultados destes bioensaios.

De qualquer modo, os resultados do presente estudo confirmam a repelência causada pelos genótipos de alto teor de zingibereno em relação aos de baixo teor e ao padrão de suscetibilidade, uma vez que os ácaros evitaram tais plantas, assim como o fizeram para as plantas utilizadas como padrão de resistência (Figura 5 C, D, E).

A capacidade de artrópodes fitófagos em perceber e evitar o sinal químico emitido pelas plantas é uma característica adaptativa, e da mesma forma que incrementa a possibilidade de sucesso do ácaro, pode reduzir a exploração da planta pelo referido ácaro (SCHOONHOVEN et al., 2005). De acordo com War et al.(2012) e Schoonhoven et al. (2005), as plantas capazes de emitir compostos que alteram o comportamento de artrópodes herbívoros a ponto de reduzir o sucesso de busca hospedeira, podem estar expressando resistência do tipo antixenose. Em tomateiro, este tipo de resistência já foi relatado em grande escala e em relação a diferentes grupos de artrópodes, como ácaros (GONÇALVES et al., 2006), moscas brancas (FREITAS et al., 2002), lepidópteros (AZEVEDO et al., 2003) e coleópteros (GIANFAGNA et al.,1992). Para o ácaro rajado, Weston e Snyder (1990) realizaram testes de repelência em folíolos de tomateiro (*Solanum* spp), demonstrando a resistência por antixenose ao ácaro rajado.

Referente à resistência, resultados semelhantes foram encontrados por Gonçalves et al. (2006), que observaram a ação de repelência do zingibereno ao ácaro vermelho (*T. evansi*) em plantas de tomate. Neste caso, a geração F<sub>1</sub> do cruzamento interespecífico entre *S. lycopersicum* TOM-556 (baixo teor de zingibereno) e *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826 (alto teor de zingibereno), apresentou repelência ao ácaro vermelho semelhante ao acesso selvagem resistente (PI-127826), e foram mais repelentes que os acessos comerciais e os acessos selecionados para baixo teor do zingibereno.



**Figura 5.** Freqüência de escolhas realizadas pelo ácaro rajado, *Tetranychus urticae*, em relação a genótipos de tomateiro, *Solanum lycopersicum*. A) Comparação entre a planta,  $F_1$  e todas as demais; B) Comparação entre a planta RVTZ-2011pl# 09 e todas as demais; C) Comparação entre a planta RVTZ-2011pl# 142 e todas as demais; D) Comparação entre a planta RVTZ-2011pl# 79 e todas as demais; E) Comparação entre a planta RVTZ-2011pl# 331 e todas as demais (<sup>ns</sup>) Não significativo; (\*) Diferença significativa entre os tratamentos (n=48, Qui-quadrado; P<0,05); (\*\*) Diferença significativa entre os tratamentos (n=48, Qui-quadrado; P<0,01).

### 2.3.3 Bioensaio sem chance de escolha

Nos bioensaios sem chance de escolha, realizados para caracterizar a antixenose, o número médio de ácaros vivos foi menor no genótipo selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum* (Tabela 2).

A sobrevivência e o número de ovos depositados por disco foliar diferiram entre o genótipo com baixo teor de zingibereno, *S. lycopersicum* (“Redenção”) e genótipos com alto teor de zingibereno (RVTZ-2011pl#331, RVTZ-2011pl#79, RVTZ-2011pl#142) (Tabela 2).

O número de ácaros vivos por folíolo não diferiram entre os genótipos, exceto na planta RVTZ-2011pl#79, padrão de resistência (*S. habrochaites* var. *hirsutum*) e no F<sub>1</sub>.

O número de ovos depositados sobre os genótipos com alto teor de zingibereno, RVTZpl#331, RVTZpl#142 e RVTZpl#79, foram inferiores aos observados no genótipo com baixo teor de zingibereno, RVTZpl#09 (Tabela 2). Esses dados confirmam que o teor de zingibereno afetou o comportamento de oviposição das fêmeas, uma vez que o contato com altos teores do aleloquímico reduziu a propensão de fêmeas em ovipositar.

Comparando-se apenas os genótipos com altos teores de zingibereno, não foi possível estabelecer diferenças claras entre eles, uma vez que demonstraram afetar de forma semelhante a oviposição dos ácaros.

Freitas et al. (2000), estudando a efetividade do zingibereno em conferir resistência à mosca branca *Bemisia* spp. observaram menor incidência de ninfas e adultos vivos nas plantas F<sub>2</sub> selecionadas com alto teor da substância, comparativamente ao parental susceptível, praticamente desprovido de zingibereno. Comparando ao parental resistente, *S. habrochaites* var. *hirsutum* - com alto teor de zingibereno,, esses autores verificaram maiores níveis de infestação de ninfas e adultos nas plantas F<sub>2</sub>, comprovando a influência do zingibereno no comportamento da praga e a resistência a mosca branca.

**Tabela 2** – Número médio de ácaros vivos e de ovos por disco foliar individual em diferentes genótipos de tomateiro no teste sem chance de escolha.

Tratamento	Número médio de ácaros/disco <sup>1</sup>	Número médio de ovos <sup>1</sup>
RVTZ-2011pl#331 (=Alto1)	3,1cd	4,4b
RVTZ-2011pl#79(=Alto2)	4,0abc	3,7b
RVTZ-2011pl#142(=Alto3)	3,9bcd	3,4b
RVTZ-2011pl#09(=Baixo)	5,9ab	17,5a
<i>S. lycopersicum</i> (Redenção)	6,0a	19,1a
<i>S. habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i>	2,2d	2,2b
F <sub>1</sub> (Redenção x PI 127826')	3,0cd	2,9b
CV%	14,87	29,20
F	10,81**	23,90**

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

Dados originais na tabela. Para análise, os dados foram transformados em  $\sqrt{(X+0,5)}$ .

### 2.3.4 Comportamento de caminhamento

O comportamento de locomoção dos ácaros diferiu quando estes foram liberados sobre folhas dos genótipos com altos teores de zingibereno em relação a cultivar padrão suscetível 'Redenção' (Figura 6).

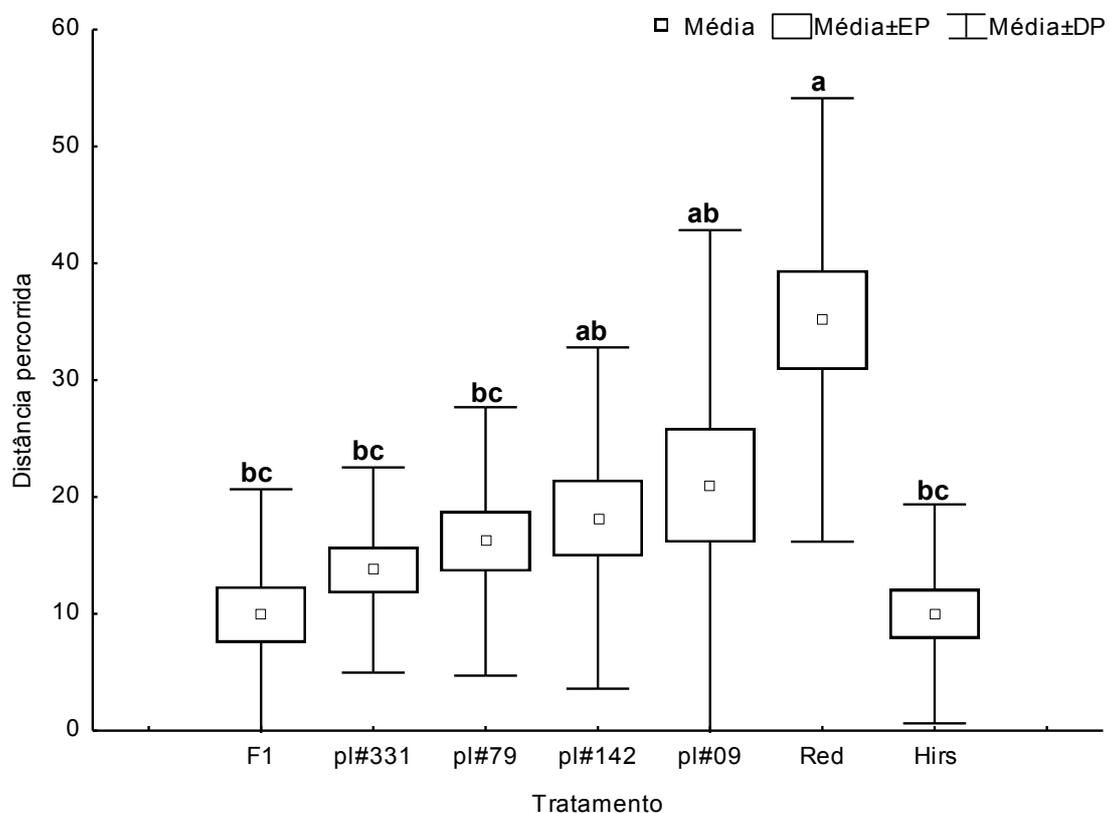
Os ácaros se locomoveram a distâncias maiores quando liberados sobre *S. lycopersicum* "Redenção" e o genótipo com baixo teor, RVTZpl#09. No genótipo selecionado para alto teor de zingibereno, RVTZpl#142, embora a distância percorrida pelos ácaros não tenha diferido, houve tendência de redução da capacidade de locomoção.

As menores distâncias percorridas pelos ácaros foram registradas nos genótipos *S. habrochaites* var.*hirsutum*, seguido por RVTZpl#331, e F<sub>1</sub> (Figura 6 e 7), sendo estes com exceção do F<sub>1</sub>, os que apresentaram maiores teores de zingibereno no momento da quantificação. Assim, no genótipo selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum*, a distância percorrida foi significativamente menor do que no genótipo padrão suscetível "Redenção".

A capacidade de locomoção é um dos parâmetros mais utilizados para se avaliar o efeito de tricomas e de aleloquímicos sobre o comportamento de artrópodes-praga, e assim estimar os graus de resistência das cultivares. Em genótipos de tomateiro, Gonçalves et al. (2006), avaliando o deslocamento de *Tetranychus evansi*, relatam a eficiência do zingibereno em reduzir o deslocamento do ácaro. Estes autores também relacionaram a abundância de

compostos químicos produzidos e a redução na capacidade de locomoção de ácaros. Assim, avaliando a distância média percorrida pelo ácaro, *T. evansi*, Gonçalves et al. (2006), observaram diferenças significativamente inferiores no acesso selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum* em todos os tempos de avaliação, quando comparada com as demais linhagens do estudo. Na população segregante ( $F_2$ ), em materiais selecionados para alto teor de zingibereno, os ácaros também apresentaram menor distância de caminamento sobre os folíolos.

Considerando que o zingibereno é um composto volátil, muitas vezes o real dimensionamento do seu efeito sobre o comportamento de artrópodes-praga é dificultado. No caso de compostos não voláteis, como os acil-açúcares, a maior liberação dos compostos geram uma resposta imediata e proporcional nos ácaros, impedindo a sua locomoção (GONÇALVES et al., 2006). No presente trabalho, embora os dados tenham oferecido indicativos de que o deslocamento do ácaro é menor em plantas com altos teores de zingibereno e maior densidade de tricomas, bioensaios adicionais podem gerar resultados mais precisos.



**Figura 6.** Distância percorrida (mm), pelo ácaro rajado, *Tetranychus urticae*, em folíolos de

tomateiro, *Solanum lycopersicum*, com diferentes teores do aleloquímico zingibereno. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Nos bioensaios com chance de escolha realizados no presente trabalho, demonstrou-se que genótipos com altos teores de zingibereno tendem a repelir adultos de *T. urticae*. Além disso, nos bioensaios sem chance de escolha, a redução da oviposição e da capacidade de caminhamento dos ácaros nestes genótipos confirmam a resistência destas plantas em relação a tais artrópodes. Os resultados do presente trabalho geram subsídios para a sequência deste programa de melhoramento, permitindo a utilização das plantas com altos teores de zingibereno na futura obtenção de genótipos comerciais resistentes a esses ácaros.

### 2.3.5 Conclusões

- Os mecanismos de resistência ao ácaro rajado apresentados pelo acesso PI-127826 de *S. habrochaites* var. *hirsutum* e pelos genótipos selecionados para alto teor de Zingibereno, RVTZ-2011pl#331, RVTZ-2011pl#79, RVTZ-2011pl#142, são do tipo antixenose ou não-preferência, promovidos pelo aleloquímico zingibereno.
- O genótipo F<sub>1</sub> apresentou níveis de resistência muito próximos a planta selvagem (*S. habrochaites* var. *hirsutum*) em todos os bioensaios realizados neste trabalho.
- O acesso PI-127826 da espécie selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum*, juntamente como os genótipos selecionados para alto teor de zingibereno causaram redução da atratividade do ácaro, reduziram distância e velocidade de caminhamento, reduziram a taxa de oviposição do ácaro rajado, *Tetranychus urticae*.

### 2.4 Referências

- CARTER, C.D.; SACALIS, J.N.; GIANFAGNA, T.J. Zingiberene and resistance to Colorado potato beetle in *Lycopersicum hirsutum* f. *hirsutum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.37, p.206-210, 1989.
- FERRAZ, E., RESENDE, L.V.; LIMA, G.S.A.; SILVA, M.C.L.; FRANÇA, J.G.E.; SILVA, D.J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 578-580, 2003.

FREITAS, J. A. de; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. das G.; BENITIES, F. R. G. Métodos para a quantificação do zingibereno em tomateiro, visando à seleção indireta de plantas resistentes a artrópodes-praga. **Acta scientiarum**. Maringá, v. 22, n. 4, p. 943-949, 2000a.

FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; OLIVEIRA, A.C.B. Seleção de plantas de tomateiro visando à resistência à artrópodes-praga mediada por zingibereno. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, p.919-923, 2000b.

FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GOMES, L.A.A.; BEARZOTTI, E. Inheritance of foliar zingiberene contents and their relationship to trichome densities and whitefly resistance in tomatoes. **Euphytica**, Wageningen, v.127, p.275-287, 2002.

GIANFAGNA, T.J.; CARTER, C.D.; SACALIS, J.N. Temperature and photoperiod influence trichome density and sesquiterpene content of *Lycopersicum hirsutum* f. *hirsutum*. **Plant Physiology**, Lancaster, v.100, p.1403-1405, 1992.

GONÇALVES, L.D. MALUF, W.R. CARDOSO, M. das G. RESENDE, J.T.V. de. CASTRO, E.M. de. SANTOS, N.M. NASCIMENTO, I.R do. FARIA, M.V. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.267-273, 2006.

JOHNSON, R. Past, present, and future opportunities in breeding for disease resistance, with examples from wheat. **Euphytica**, Wageningen, v.63, p. 3–22, 1992.

LUCKWILL, L.C. **The genus *Lycopersicum*: an historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes**. Aberdeen: Aberdeen University Press, 1943.

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 zingiberene contents. **Euphytica**, Wageningen, v.121, p.73-80, 2001.

MECK, E.D., KENNEDY G.G., WALGENBACH, J.F. Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on yield, quality, and economics of tomato production. **Crop Protection**, Guildford, v.52, p. 84-90, 2013.

MECK, E.D., WALGENBACH, J.F., KENNEDY, G.G. Association of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) feeding and gold fleck damage on tomato fruit. **Crop Protection**, Guildford, v. 42, p. 24-29, 2012.

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

PONTES, W, J.T. **Efeito de extratos vegetais e óleos essenciais de espécies nativas de Pernambuco sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari Tetranychidae)**. 2006. 99p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SCHOONHOVEN, L. M., J.J.A. VAN L., DICKE. M. **Insect-plant biology**. Oxford University Press, New York, 2005. 421p

SNYDER, J.; C.; SIMMONS, A.; M.; TRACKER, R.; R. Attractancy and ovipositional response of adult *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) to type IV trichome density on leaves of *Lycopersicon hirsutum* grown in three daylength regimes. **Journal Entomology Science**, v. 33, p. 270-281, 1998.

SUINAGA, F.A., PICANÇO, M.C., MOREIRA, M.D., SEMEÃO, A.A., MAGALHÃES, S.T.V. Resistência por antibiose de *Lycopersicum peruvianum* a traça do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 281-285, 2004.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SANTOS, J.M.; ALMEIDA, J.B.S.A. Tipos de tricomas em genótipos de *Lycopersicum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 204-206, 2001.

WAR, A.R.; PAULRAJ, M.G.; AHMAD, T.; BUHROO, A.A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H.C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signal Behavior**, Austin, v.7, n.10, p. 1306–1320, 2012.

WESTON, P. A.; SNYDER, J. C. Thumb tack bioassay : a quick method of measuring plant resistance to two spotted spider mites (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, p. 501-504, 1990.

### **3. Resistência por antibiose ao ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), em genótipos de tomateiro (*Solanum* spp.)**

#### **Resumo**

Neste trabalho objetivou-se caracterizar genótipos com teores distintos de zingibereno, bem como os efeitos deletérios sobre a biologia do ácaro rajado, a fim de caracterizar a ocorrência de antibiose como um tipo de resistência em tais genótipos. Avaliando a biologia e a fecundidade de *Tetranychus urticae*, pode-se concluir que os genótipos selecionados com alto teor de zingibereno, RVTZ pl#79; RVTZ pl#142; RVTZ pl#331, genótipo selvagem *S.habrochaites* var. *hirsutum* 'PI 127826 e F<sub>1</sub>, promovem efeito de antibiose nestes ácaros. Considerou-se como indicativo da resistência por antibiose, o prolongamento do período de incubação do ovo, das fases ninfais e do ciclo de vida, a redução da oviposição e da viabilidade do ovo, bem como a mortalidade de ninfas e adultos. Verificou-se também que nos parâmetros biológicos do ácaro rajado o período de incubação do ovo foi prolongado na espécie selvagem e nos genótipos portadores de alto teor de zingibereno, aumentando em mais de um dia o período de incubação do ovo. A viabilidade do ovo nesses genótipos também foi inferior em comparação a cultivar Redenção e ao genótipo com baixo teor de zingibereno.

## Abstract

### **Antibiosis resistance to the spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in tomato genotypes ( *Solanum* spp).**

In this study, we aimed to characterize genotypes with different zingiberene levels as well as the deleterious effects on the biology of the mite in order to determine the occurrence of antibiosis as a kind of resistance in these genotypes. Evaluating biology and fecundity of *Tetranychus urticae*, one can conclude that the selected genotypes with high content of zingiberene , RVTZ pl # 79; RVTZ pl # 142; RVTZ pl # 331, wild genotype *S.habrochaites* var . *hirsutum* ' PI 127826 and F<sub>1</sub> , promoting effect of antibiosis to the acari. It was considered as indicative of resistance antibiosis, prolongation of the incubation period the egg, nymphal stages of the life cycle and the reduction of oviposition and egg viability, as well as the mortality of adults and nymphs . It was also found that the biological parameters of the mite egg incubation period was significantly prolonged in the wild species and genotypes in patients with high levels of zingiberene , increasing by more than a day incubation period the egg. The percentage of egg viability of these genotypes was also lower compared to cultivar and genotype Redenção low- zingiberene .

### 3.1 Introdução

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L., está sujeito ao ataque de artrópodes-praga desde a produção de mudas até a colheita. Em consequência disso, durante o cultivo do tomateiro são realizadas aplicações semanais de agrotóxicos, em especial inseticidas. Com isso, grande parte dos recursos financeiros utilizados para a produção é destinada ao controle das pragas que, dependendo da intensidade de ataque podem causar uma redução significativa na produtividade da cultura (FRANÇA et al., 2000).

Ácaros do gênero *Tetranychus*, principalmente o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch), podem ser considerados problemas sérios na cultura do tomateiro, se presentes em grandes populações, principalmente quando encontram condições propícias ao seu desenvolvimento, como a combinação de ambiente quente e seco, além de plantas suscetíveis como hospedeiras (FLECHTMANN, 1989). Os graus de resistência a ácaros-praga em cultivares comerciais de tomate são insuficientes para causar a redução populacional desses organismos. Assim, para evitar os problemas do uso excessivo de agrotóxicos o desenvolvimento de cultivares com graus satisfatórios de resistência aos ácaros é uma alternativa viável.

Atualmente, programas de melhoramento adotam o uso de *Solanum habrochaites*, sendo esta planta um genótipo de tomateiro selvagem que apresenta um elevado conteúdo de sesquiterpeno, podendo citar o zingibereno como a substância mais estudada. Esse composto confere a esta planta resistência a uma série de pragas de importância econômica. Tal resistência pode estar associada a alterações comportamentais dos herbívoros, mas também a danos na sua biologia, como atraso ou aceleração do desenvolvimento, baixa viabilidade das fases jovens, alteração da longevidade, além de deformidades (GONÇALVES et al., 2006). Assim, esses efeitos danosos aos herbívoros ocasionados por fatores das plantas são desejáveis em programas de melhoramento genético vegetal. Em tomateiro, embora o efeito deletério do zingibereno tenha sido relatado para algumas espécies de artrópodes (WESTON et al., 1989; CARTER et al., 1989a, b; EIGENBRODE; TRUMBLE, 1993), para o ácaro rajado nenhum estudo explora a ocorrência de antibiose como um tipo de resistência.

Neste trabalho, objetivou-se caracterizar, se teores distintos de zingibereno em genótipos de tomateiro, provocam efeitos deletérios sobre o ácaro rajado, a fim de estimar em alguns parâmetros biológicos a ocorrência de antibiose.

## 3.2 Material e métodos

### 3.2.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Entomologia e Fisiologia Vegetal, localizados no Departamento de Agronomia, no Campus Cedeteg da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, em Guarapuava, PR (latitude 25°23'36" S e longitude 51°27'19" W e altitude média de 1100 metros). Os experimentos foram realizados durante o período de janeiro a maio de 2013.

### 3.2.2 Obtenção e Criação dos ácaros

Para início da criação, foram coletados indivíduos de *T. urticae* no campo experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO Campus CEDETEG - Guarapuava – PR. Os adultos coletados foram enviados ao Instituto Biológico de Campinas, Campinas-SP e identificados em nível de espécie.

Os ácaros foram mantidos e multiplicados em plantas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.), cultivadas em vasos de (5L) com substrato agrícola e acondicionadas em sala climatizada (25±2°C, fotofase de 12 horas) e sob irrigação freqüente.

Os vasos contendo as plantas de feijão de porco foram substituídos por plantas novas à medida que as plantas colonizadas pelos ácaros apresentaram sintomas intensos de ataque ou início de senescência. Essa substituição foi realizada colocando-se folhas com alta infestação do ácaro das plantas antigas, sobre as plantas novas.

A partir da criação estoque, deu-se início a criação programada, a qual consistia em 10 ácaros adultos (3 machos e 7 fêmeas) em folíolos individuais de feijão de porco coletados na parte mediana das plantas. Esses folíolos eram acondicionados com sua face superior voltada para baixo e em contato com uma espuma umedecida com água destilada presente no fundo de bandejas plásticas e em seu pecíolo preso um chumaço de algodão umedecido em água (Figura 7).

Estes ácaros eram mantidos nos folíolos durante 24 horas, e em seguida os adultos eram retirados, permanecendo apenas os ovos. Para a renovação e preparo de novas bandejas, os folíolos antigos em estágio de senescência foram colocados sobre os folíolos novos, permitindo a passagem dos ácaros. A criação programada foi realizada em câmara climatizada

tipo BOD (temperatura  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas).



**Figura 7.** Material utilizado para a criação programada do ácaro rajado, *Tetranychus urticae*. Folíolos de feijoeiro dispostos em bandeja plástica forrada com uma placa de espuma umedecida em água destilada.

### 3.2.3 Obtenção dos genótipos e cultivo das plantas

Para obter os genótipos de tomateiro foram realizados cruzamentos interespecíficos entre *Solanum habrochaites* var *hirsutum* PI-127826 (espécie selvagem com altos teores de zingibereno, fontes de resistência a pragas) e a cultivar ‘Redenção’ *Solanum lycopersicum* (com baixo teores de zingibereno). A cultivar ‘Redenção’ foi desenvolvida para processamento industrial, tem hábito de crescimento determinado e apresenta resistência ao geminivírus e tospovírus e nematóide das galhas (FERRAZ et al. 2003). A quantificação do teor de zingibereno foi realizada segundo metodologia proposta por Freitas et al. (2000). Para esta avaliação foram utilizados, genótipos contrastantes, quanto ao teor de zingibereno, da população  $F_2$  que foi obtida a partir de sementes de autofecundação de plantas  $F_1$  do cruzamento interespecífico entre (*S. habrochaites* var *hirsutum* x *S. lycopersicum* cultivar ‘Redenção’).

A partir da quantificação, selecionou-se plantas com teores contrastantes de zingibereno, sendo 3 genótipos para alto teor (RVTZ pl#79; RVTZ pl#142; RVTZ pl#331) e 1 para baixo teor (RVTZ pl#09). Estas, juntamente com *S. habrochaites* var *hirsutum*, *S. lycopersicum* ‘Redenção’ e  $F_1$ . Todos os materiais foram clonados a partir do enraizamento de

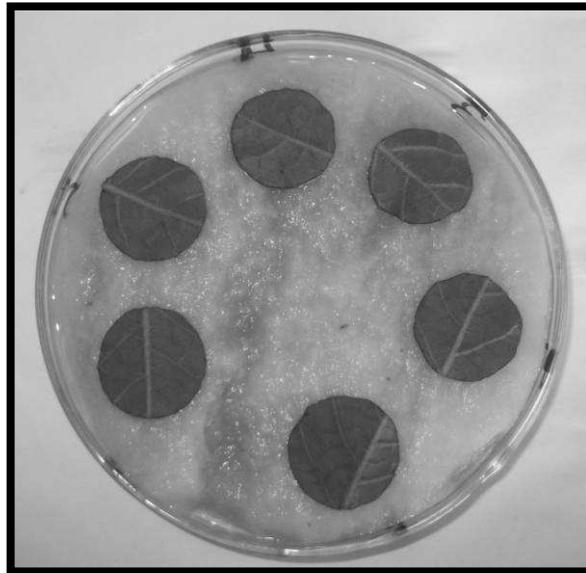
brotos axilares retirados das plantas, matrizes e posteriormente transferidos para vasos com cinco litros de capacidade, contendo 5 Kg de substrato (solo e substrato comercial na proporção de 1:1) e adubados com fertilizante químico N-P-K na formulação 04-14-08. Durante o desenvolvimento das plantas foram realizados, todos os tratamentos culturais rotineiros, como adubações, irrigação, tutoramento, entre outros, exceto tratamento fitossanitário.

Estas plantas foram mantidas em casa de vegetação até os 50 dias de idade, quando realizaram-se os bioensaios.

### **3.2.4 Ciclo de vida do ácaro rajado**

O bioensaio de biologia do ácaro rajado foi realizado em placas de petri (100 mm de diâmetro), preenchidas com uma espuma umedecida em água destilada e uma camada de algodão. Sobre esta camada de algodão, foram inseridos seis discos foliares de cada um dos acessos (20 mm de diâmetro), mantendo-se a face abaxial voltada para cima (Figura 8). Sobre cada disco foi inserida uma fêmea adulta e um macho adulto, com idade de 10 a 12, oriundos da criação programada. Após o período de 24 horas os machos e as fêmeas foram retirados, deixando-se apenas um ovo. A partir disso, foram realizadas observações diárias durante toda a vida dos ácaros, registrando-se o período de incubação, duração das fases jovens (larva, protoninfa e deutoninfa), viabilidade das fases jovens, duração do ciclo de vida e longevidade do ácaro rajado nos diferentes acessos.

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, sendo 7 tratamentos e 10 repetições. Desse modo, para cada genótipo foram avaliados os parâmetros biológicos de 60 indivíduos. O conjunto de placas foi mantido em câmara climatizada do tipo BOD (temperatura  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas).



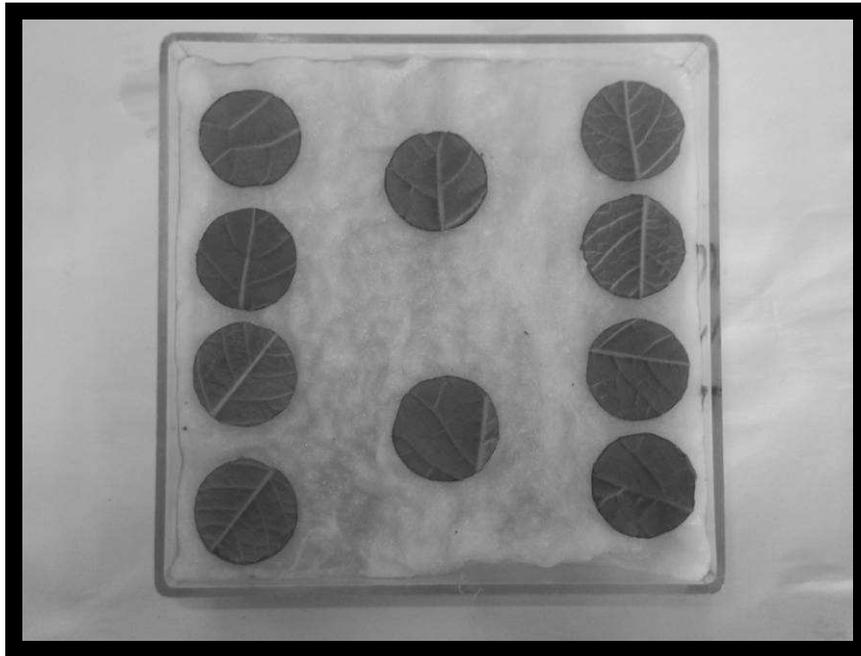
**Figura 8.** Placa de petri forrada com esponja e algodão umedecido contendo seis discos de 20 mm de diâmetro de genótipos de *Solanum lycopersicon* avaliado em bioensaios para caracterizar o ciclo de vida de *Tetranychus urticae*.

### 3.2.5 Fecundidade do ácaro rajado

O bioensaio de oviposição média do ácaro rajado foi realizado em caixa tipo gerbox, com o fundo forrado com esponja (1 mm de espessura) umedecida com água destilada coberta por uma camada de algodão umedecido. Em cada gerbox, foram dispostos, equidistantemente, 10 discos foliares (20 mm de diâmetro) de um mesmo genótipo, com sua face inferior voltada para cima (Figura 9). Esses discos foram obtidos da parte central do folíolo, provenientes de folhas medianas das plantas de tomate com aproximadamente 50 dias de desenvolvimento.

Sobre esses discos foi transferida, com auxílio de um pincel e um estereomicroscópio, uma fêmea adulta de *T. urticae* com 10 dias de idade proveniente da criação programada, a qual permaneceu no disco durante 10 dias. Durante esse período, foi avaliado diariamente o número de ovos depositados e sempre que necessário o disco foliar foi substituído por um recém coletado.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 10 repetições. O conjunto de gerbox foi mantido em câmara climatizada tipo BOD (temperatura  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas).



**Figura 9.** Caixa Gerbox contendo dez discos foliares de um genótipo, dispostos sobre uma esponja umedecida, para a realização dos bioensaios de fecundidade do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* em genótipos de tomateiro, *Solanum lycopersicum*.

### 3.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias (Bartlett). E posteriormente foram analisados por meio do programa estatístico ASSITAT 7.7 beta, sendo submetidos à análise de variância (ANOVA,  $P \leq 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## 3.3 Resultados e discussão

### 3.3.1 Ciclo de vida do ácaro rajado

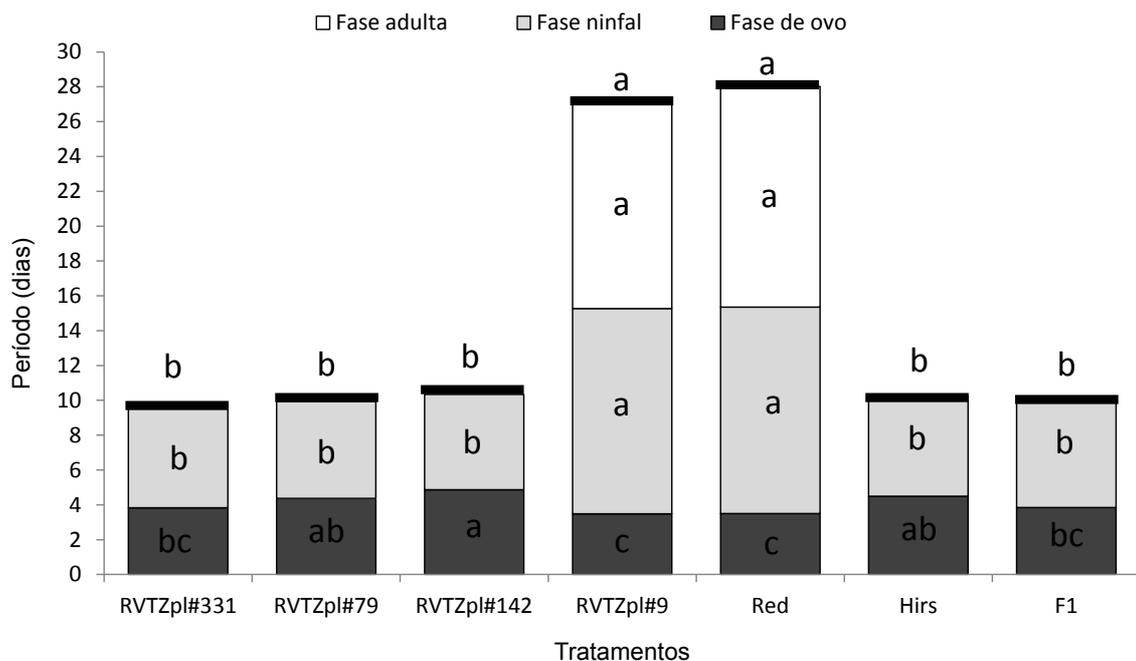
Foram observadas diferenças no ciclo de vida dos ácaros criados sobre folíolos dos genótipos avaliados (Figura 10). O ciclo de vida do ácaro rajado somente foi completo em *S. lycopersicum* ‘Redenção’ e no genótipo de baixo teor de zingibereno, RVTZ pl#09, com duração de 27,3 e 28 dias, respectivamente. Nos demais genótipos, selecionados para alto teor de zingibereno, os ácaros não alcançaram a fase adulta, sendo que o período de vida ninfal foi sempre inferior a 11 dias (Figura 10).

Assim, com exceção do período de incubação e parte da fase ninfal, os demais parâmetros biológicos do ácaro rajado na espécie selvagem e nos genótipos portadores de alto

teor de zingibereno (RVTZ pl#331, RVTZ pl#79, RVTZ pl#142) não foram avaliados, pois a porcentagem de mortalidade das ninfas atingiu a totalidade já no 3º instar (Figuras 10, 11), em que se observou que todas as larvas (3º instar) acabaram morrendo após eclosão. Provavelmente, isso ocorreu em razão de as larvas terem entrado em contato com o zingibereno liberado das glândulas dos tricomas do tipo IV e VI, o que ocasionou sua morte logo após a eclosão.

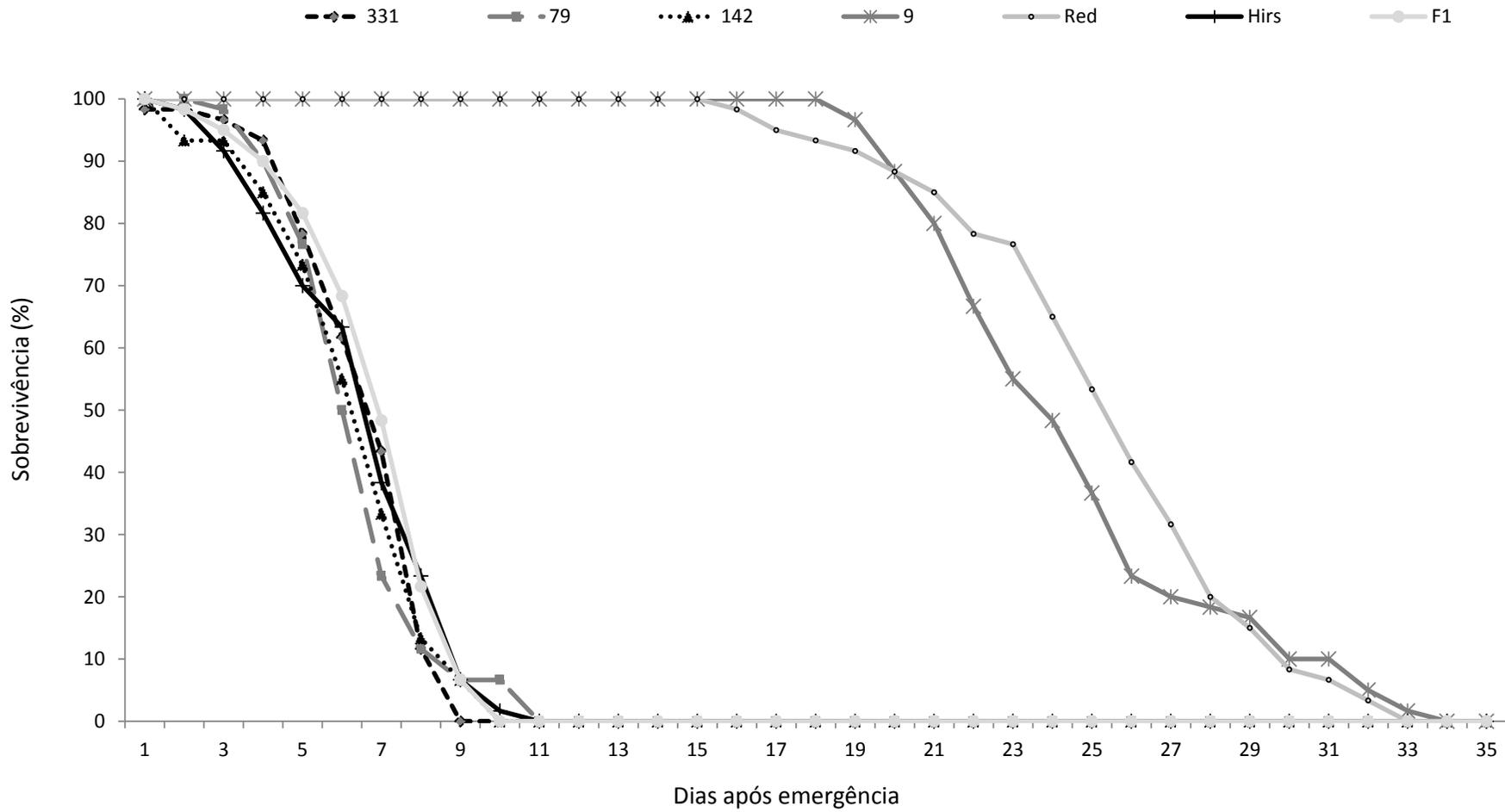
Com relação a fase de ovo, embora os genótipos com baixos teores de zingibereno tenham proporcionado um período de incubação menor, esse fato não pode ser claramente relacionado com o teor do composto, uma vez que F<sub>1</sub> e RVTZ pl#331, com alto teor de zingibereno, proporcionaram resultados semelhantes (Figura 10).

De acordo com Giustolin e Vendramin (1994) entre os principais efeitos da antibiose estão o prolongamento do ciclo, a mortalidade das fases jovens e a redução da oviposição. A redução da viabilidade das diferentes fases de desenvolvimento de outros artrópodes-praga criados sobre acessos selvagens já foi observada para mosca-branca (FANCELLI et al., 2005), pulgões (SILVA et al., 2013) entre outros. Silva et al. (2013), testando linhagens de tomateiro com altos teores de zingibereno, observaram o aumento na duração do período ninfal, diminuição do período reprodutivo e da longevidade de pulgões, mantidos nos genótipos com altos teores de zingibereno. A produção de descendentes pelas fêmeas foi significativamente menor nos genótipos, quando comparados com a testemunha comercial com baixos teores de aleloquímicos.



**Figura 10.** Duração das fases de ovo, ninfal e adulto de *Tetranychus urticae* mantidos em

genótipos distintos de *Solanum*. Médias seguidas de mesma letra no interior ou acima da barra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 11.** Porcentagem de sobrevivência de *Tetranychus urticae* mantidos em genótipos distintos de *Solanum* ao longo de todo o ciclo de vida.

### 3.3.2 Fecundidade do ácaro rajado

Houve diferenças na oviposição média e porcentagem de mortalidade das fêmeas do ácaro rajado (Tabela 3).

A oviposição foi afetada na espécie selvagem e nos genótipos portadores de alto teor de zingibereno, RVTZ pl#331, RVTZpl#79 e RVTZpl#142 os quais apresentaram média de oviposição de 0,4; 0,6 e 0,8 ovos/fêmea/dia (Tabela 3), não diferindo entre si. A baixa taxa de oviposição das fêmeas observada na espécie selvagem,  $F_1$  e nos genótipos portadores de alto teor de zingibereno, está ligada ao elevado índice de mortalidade das fêmeas, que em consequência reduz o número de ovos nestes genótipos.

Diferenças na oviposição também foram observadas por Silva et al. (1992) em diferentes genótipos de tomateiro, em que observando fêmeas de *T.evansi* em discos foliares, verificaram que houve grande diferenças na oviposição média, variando de zero até mais de 3,6 ovos por fêmea.

Com tudo, esses valores foram muito inferiores aos observados na cultivar ‘Redenção’ e no genótipo de baixo teor de zingibereno, RVTZpl#09, as quais apresentaram respectivamente 3,8; 3,7 ovos/fêmea/dia (Tabela 3).

Mesmo que tenha ocorrido oviposição na espécie selvagem e nos genótipos portadores de alto teor de zingibereno, a porcentagem de viabilidade desses ovos foi mais baixa em comparação aos genótipos de baixo teor de zingibereno e da cultivar Redenção.

A cultivar Redenção apresentou alta densidade de tricomas não glandulares totais, assim, tendo altas taxas de oviposição, estas significativamente superiores aos genótipos com alto teor de zingibereno, isso está relacionado ao fato de que na cultivar Redenção a quase totalidade dos tricomas é do tipo não glandular, diferentemente dos genótipos de alto teor de zingibereno e a da espécie selvagem, nos quais há predomínio de tricomas glandulares, principalmente do tipo IV e VI, sendo esses muito mais numerosos em relação à cultivar Redenção. Além disso, esse tipo de tricoma produz o aleloquímico zingibereno, o qual exerce efeito deletério sobre a oviposição, alimentação ou no desenvolvimento da praga. De acordo com Oriani et al. (2005) os tricomas presentes na superfície da planta podem interferir diretamente na oviposição da praga.

**Tabela 3.** Oviposição média ( $\pm$  EP) e mortalidade de fêmeas do ácaro rajado em discos foliares de diferentes genótipos de tomateiro durante o período de dez dias ( $25 \pm 1$  °C;  $70 \pm 10\%$  UR; fotofase de 12 horas). Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013.

Tratamento	Número médio de ovos/fêmea/dia <sup>1</sup>	Porcentagem de mortalidade <sup>2</sup>
RVTZ-2011pl#331(=Alto)	0,4cd	96,7
RVTZ-2011pl#79 (=Alto2)	0,6bc	93,3
RVTZ-2011pl#142(=Alto3)	0,8b	93,3
RVTZ-2011pl#09 (=Baixo2)	3,7a	3,3
<i>S. lycopersicum</i> (Redenção)	3,8a	3,3
<i>S. habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i>	0,18d	96,7
F <sub>1</sub> (Redenção x) PI 127826'	0,2d	96,7
CV (%)	13,26	
F	190,84**	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Dados originais na tabela. Para análise, os dados foram transformados em  $\sqrt{(X+0,5)}$ .

No presente trabalho, foi considerado como indicativo da resistência por antibiose o prolongamento do período de incubação do ovo, da fase ninfal e do ciclo de vida, além da redução da oviposição e da viabilidade do ovo. Verificou-se também que o período de incubação do ovo foi prolongado significativamente na espécie selvagem e apresentou tendência de aumento nos genótipos portadores de alto teor de zingibereno. A porcentagem de sobrevivência do ovo nesses genótipos também foi inferior em comparação a cultivar Redenção e aos genótipos com baixo teor de zingibereno.

Portanto, os resultados do presente trabalho evidenciam que a espécie selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum* e os genótipos portadores de alto teor de zingibereno, RVTZ pl#331, RVTZ pl#79, RVTZ pl#142, apresentam resistência por antibiose, pois o referido aleloquímico promoveu alteração deletéria nos parâmetros biológicos do ácaro rajado.

Gonçalves-Gervásio et al. (1999), verificaram que em *S. hirsutum* houve prolongamento do período de incubação do ovo e da traça do tomateiro, evidenciando a resistência do tipo antibiose. Giustolin e Vendramim (1994) verificaram redução na viabilidade de lagartas recém eclodidas de *T. absoluta* quando essas foram confinadas em folíolos de *S. hirsutum* var. *glabratum*, caracterizando a ocorrência de antibiose para essa praga; segundo os autores isso ocorreu devido à presença de tricomas glandulares do tipo VI

na superfície dos folíolos, os quais produzem o aleloquímico 2-tridecanona. Esse mesmo tipo de resistência foi verificado por Fancelli e Vendamim (2002) para mosca-branca, pois verificaram que houve redução da viabilidade das ninfas quando se desenvolveram na espécie *S. hirsutum* var. *glabratum*. Para outros compostos, como os acil-açúcares, este efeito deletério na biologia também já foi caracterizado. Resende (2003) avaliando plantas F<sub>2</sub> selecionadas para altos e baixos teores de acil-açúcares quanto à resistência à mosca branca e à traça do tomateiro, demonstraram o efeito antibiótico sobre o desenvolvimento das pragas nos genótipos portadores de altos teores do composto, sendo essa resistência associada ao alto teor desse aleloquímico.

Os resultados encontrados no presente trabalho mostram o potencial que os genótipos com altos teores de zingibereno, podem afetar parâmetros biológicos de artrópodes-praga. Genótipos como estes compostos, podem ser usados como fonte de resistência na obtenção de cultivares/híbridos comerciais resistentes artrópodos-praga, nos programas de melhoramento genético do tomateiro.

### 3.4 Conclusões

- Os mecanismos de resistência ao ácaro rajado apresentados pelo acesso PI-127826 de *S. habrochaites* var. *hirsutum* e pelos genótipos selecionados para alto teor de zingibereno, RVTZ-2011pl#331, RVTZ-2011pl#79, RVTZ-2011pl#142, são do tipo antibiose promovidos pelo aleloquímico zingibereno.
- O genótipo F<sub>1</sub> apresentou níveis de resistência muito próximos a planta selvagem (*S. habrochaites* var. *hirsutum*) em todos os bioensaios realizados neste trabalho.
- O acesso PI-127826 da espécie selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum*, juntamente como os genótipos selecionados para alto teor de zingibereno, causaram mudanças no ciclo de vida do ácaro rajado, sendo que os mesmos, não alcançaram a fase adulta, morrendo durante a fase ninfal. A oviposição das fêmeas do ácaro rajado foi muito afetada na espécie selvagem e nos genótipos portadores de alto teor de zingibereno. O aleloquímico zingibereno, exerce efeito deletério sobre a oviposição, alimentação e no desenvolvimento do ácaro rajado, *Tetranychus urticae*.

### 3.5 Referências

- BONATO, O. The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, London, v. 23, p. 11-19, 1999.
- CARTER, C.D.; GIANFAGNA, T.J.; SACALIS, J.N. Sesquiterpenes in glandular trichomes of a wild tomato species and toxicity to the Colorado Potato beetle. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, 37(5):1425-1428, 1989a.
- CARTER, C.D.; SACALIS, J.N.; GIANFAGNA, T.J. Zingiberene and Resistance to Colorado Potato Beetle in *Lycopersicum hirsutum* f. *hirsutum*. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, 37(1): 206-210, 1989b.
- EIGENBRODE, S.D.; TRUMBLE, J.T. Antibiosis to beet armyworm (*Spodoptera exigua*) in *Lycopersicum* accessions. **HortScience**, Alexandria, 28(9): 932-934, 1993.
- FANCELLI, M, VENDRAMIM J, FRIGHETTO RTS, LOURENÇÃO AL. Exsudato Glandular de Genótipos de Tomateiro e Desenvolvimento de *Bemisiatabaci* (Genn.) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) Biótipo B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.4, p.59-665, jul./ago., 2005.
- FANCELLI, M. VENDRAMIM, J.D. Development of *Bemisiatabaci* (GENNADIUS, 1889) biotype B on *Lycopersicum*spp. genotypes. **ScientiaAgricola**, Piracicaba, v.59, n.4m p.665-669, 2002.
- FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189 p.
- FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A. de. Manejo integrado de pragas. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA, p. 37-59, 2000.
- FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; OLIVEIRA, A.C.B. Seleção de plantas de tomateiro visando à resistência à artrópodes-praga mediada por zingibereno. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, p.919-923, 2000.
- 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).
- GIUSTOLIN, T.A.; VENDRAMIM, J.D. Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona na biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.417-422, 1996.
- GONÇALVES, L. D.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. das G.; RESENDE, J. T. V. de;

CASTRO, E. M. de; SANTOS, N. M.; NASCIMENTO, I. R. do; FARIA, M. V. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 267-273, 2006.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. de C.R.; CIOCIOLA, A.I.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; MALUF, W.R. Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois genótipos detomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p. 247-251, 1999.

ORIANI, M. A. de G.; VENDRAMIM, J. D.; BRUNHEROTTO, R. Influência dos Tricomas na Preferência para Oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Genótipos de Feijoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.1, p. 97-103, 2005.

RESENDE, J. T. V. **Resistência a artrópodos-pragas, mediada por acil-açúcares em tomateiros obtidos do cruzamento interespecífico de *Lycopersicum esculentum* Mill ‘TOM-584’ x *L. Pennellii* ‘LA-716’**. 2003. 91 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, C. A. D.; LOURENÇÃO, A. L.; MORAES, G. J. Resistência de tomateiros ao ácaro vermelho *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.21, p.147-156, 1992.

SILVA, A. A. da; MALUF, W. R.; MORAES, J.C.; ALVARENGA, R.; COSTA, E. M. R. Resistência a *Myzus persicae* em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p.173-179, 2013.

WESTON, P.A.; JOHNSON, D. A.; BURTON, H.T.; SNYDER, J.C. Trichome secretion composition, trichome densities, and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicum hirsutum*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, 114(3):492-498, 1989.