

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

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS  $F_2RC_1$  DE TOMATEIRO  
INDUSTRIAL COM ELEVADOS TEORES DE  
ZINGIBERENO RESISTENTES A ARTRÓPODES-  
PRAGA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**DANIEL SUEK ZANIN**

**GUARAPUAVA-PR**

**2015**

**DANIEL SUEK ZANIN**

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> DE TOMATEIRO INDUSTRIAL COM  
ELEVADOS TEORES DE ZINGIBERENO RESISTENTES A ARTRÓPODES-  
PRAGA**

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

GUARAPUAVA-PR  
2015

Ficha elaborada pela Biblioteca da Unicentro-Guarapuava, Campus Santa Cruz

Z31s Zanin, Daniel Suek  
Seleção de genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> de tomateiro industrial com elevados teores de zingibereno resistentes a artrópodes-praga / Daniel Suek Zanin.– Guarapuava: Unicentro, 2015.  
x, 65 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende;

Banca examinadora: Prof. Dr. Leandro Simões Azeredo Gonçalves, Prof. Dr. Marcos Ventura Faria, Dr. Josué Clock Marodin.

#### Bibliografia

1. Solanum Lycopersicum. 2. Artrópodes-Praga. 3. Zingibereno. 4. Resistência Genética. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.


CDD 20. ed. 635.642


Daniel Suek Zanin


**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> DE TOMATEIRO INDUSTRIAL COM ELEVADOS  
TEORES DE ZINGIBERENO, RESISTENTES A ARTRÓPODES-PRAGA**

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 10 de fevereiro de 2015.

  
Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende  
(UNICENTRO)

  
Prof. Dr. Leandro Simões Azeredo Gonçalves  
(UEL)

  
Prof. Dr. Marcos Ventura Faria  
(UNICENTRO)

  
Dr. Josué Clock Marodin  
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR

2015

Ao meu avô, Leonardo Suck,  
por ter me inspirado a gostar de agricultura,  
dedico...

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por todas as bênçãos.

À minha mãe, Lindalva, pela paciência, apoio constante e força atual para que eu possa me realizar na vida profissional e pessoal.

Ao meu padrasto, Valmor, por sua presença marcante e solidariedade em todos os momentos.

Ao meu pai, João Marcos, pelas conversas e trocas de conhecimentos.

À UNICENTRO, por ter fornecido espaço e recursos para a realização deste trabalho, e à CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Juliano, orientador, por acreditar no meu potencial e não medir esforços para me ajudar e passar conhecimentos.

Ao pesquisador Rafael Gustavo Ferreira Morales, pela coorientação e dicas bastante úteis com relação ao trabalho escrito.

Ao professor Marcos, ao pós-doutorando Josué e à Dra. Letícia, pela participação na banca de qualificação e ideias construtivas.

Aos colegas e amigos de trabalho. Agradecimento em especial a João Ronaldo, Juliane e André, pela participação decisiva durante a quantificação de zingibereno. E a todos os colegas do Núcleo de Pesquisa de Hortaliças que forneceram ajuda em algum ou vários momentos: Diego, Letícia, Renato, Israel, Tiago Matos, Gustavo, Matheus, Guilherme, Wagner, Evandro, Édina e Sofia. Agradeço não apenas pela ajuda nos experimentos, mas também pela amizade.

Ao professor Paulo Roberto da Silva, por ter concedido o espectrofotômetro para a quantificação de zingibereno.

Aos funcionários do Departamento de Agronomia: Elias, Ângelo, Pedro e aos demais, por sua ajuda em várias etapas e ótima convivência.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Lucília, pela amizade e auxílio nas questões burocráticas.

Enfim, a todos que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>RESUMO</b> .....   | i  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | ii |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | 1  |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....   | 3  |
| <b>2.1 Geral</b> .....  | 3  |
| <b>2.2 Específicos</b> .....  | 3  |
| <b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....   | 4  |
| <b>3.1. Cultura do tomateiro</b> .....  | 4  |
| 3.1.1. Aspectos gerais .....  | 4  |
| 3.1.2. Origem e botânica .....  | 4  |
| <b>3.2. Tomateiro para processamento industrial</b> .....   | 7  |
| 3.2.1. Caracterização e perfil da cadeia produtiva .....  | 7  |
| 3.2.2. Cultivares .....   | 8  |
| <b>3.3. Principais objetivos do melhoramento de tomateiro industrial</b> .....                                | 9  |
| <b>3.4. Influência de artrópodes-praga no cultivo de tomateiro industrial</b> .....                           | 10 |
| 3.4.1. Aspectos gerais .....  | 10 |
| 3.4.2. Traça-do-tomateiro .....   | 11 |
| 3.4.3. Mosca-branca .....   | 12 |
| 3.4.4. Ácaro-rajado .....   | 13 |
| <b>3.5. Melhoramento de tomateiro visando resistência a artrópodes-praga, mediado por aleloquímicos</b> ..... | 15 |
| 3.5.1. Aspectos gerais .....  | 15 |
| 3.5.2. Aleloquímicos .....  | 17 |
| 3.5.3. Zingibereno .....  | 18 |
| 3.5.4. Marcadores moleculares e análise genômica .....  | 20 |
| <b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....   | 22 |
| <b>4.1. Local do experimento</b> .....  | 22 |
| <b>4.2. Material experimental</b> .....   | 22 |
| <b>4.3 Avaliações</b> .....   | 24 |
| 4.3.1 Quantificação de zingibereno .....  | 24 |
| 4.3.2 Ensaio de repelência ao ácaro-rajado .....  | 26 |
| 4.3.3 Ensaio de resistência à traça-do-tomateiro.....   | 26 |
| 4.3.4 Ensaio de resistência à mosca-branca .....  | 28 |
| <b>4.4. Análises estatísticas</b> .....   | 29 |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....  | 30 |
| <b>5.1. Teor de zingibereno</b> .....   | 30 |
| <b>5.2. Ácaro-rajado</b> .....  | 30 |
| <b>5.3. Traça-do-tomateiro</b> .....  | 34 |
| 5.3.1. Contagem de ovos e lagartas .....  | 34 |
| 5.3.2. Avaliações por escala de notas .....   | 39 |
| 5.3.3. Porcentagem de área foliar destruída .....   | 46 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5.4. Mosca-branca .....</b>             | <b>50</b> |
| <b>6. CONCLUSÕES .....</b>                 | <b>54</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> | <b>55</b> |



## RESUMO

Daniel Suek Zanin. Seleção de genótipos  $F_2RC_1$  de tomateiro industrial com elevados teores de zingibereno e resistentes a artrópodes-praga.

O presente trabalho teve como objetivo selecionar genótipos de tomateiro para processamento com elevados teores de zingibereno e resistência à traça-do-tomateiro, à mosca-branca e ao ácaro-rajado. A seleção foi realizada na geração  $F_2RC_1$  advinda do cruzamento *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* x *S. lycopersicum* cv. “Redenção”. Desta geração, foram avaliados 600 indivíduos  $F_2RC_1$ , juntamente com 40 plantas de cada parental, totalizando 680 plantas. A quantificação de zingibereno foi realizada pelo método espectrofotométrico. Foram selecionadas 6 plantas com alto teor de zingibereno (RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-185, RVTZ 2011-079-335, RVTZ 2011-079-345, RVTZ 2011-079-385, RVTZ 2011-079-503) e 4 com baixo teor (RVTZ 2011-079-417, RVTZ 2011-331-460, RVTZ 2011-331-524 e RVTZ 2011-331-548). Os genótipos  $F_2RC_1$  com elevado teor de zingibereno RVTZ 2011-079-345, RVTZ 201-079-503, RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-185 e RVTZ 2011-079-335 não diferiram estatisticamente do parental para alto teor de zingibereno quanto à resistência ao ácaro-rajado, sendo superiores à cultivar “Redenção”. Os genótipos com alto teor de zingibereno obtiveram também menores áreas foliares destruídas pela traça-do-tomateiro, valores mais baixos de intensidade de danos nas plantas, tipos de lesões nos folíolos e porcentagem de folíolos atacados pela traça, bem como menor oviposição pela mosca-branca, em comparação com os genótipos  $F_2RC_1$  com baixo teor de ZGB. Entretanto, não houve correlação significativa entre teor de ZGB e número de ovos e lagartas de traça-do-tomateiro, e número de ninfas de mosca-branca, nos genótipos avaliados. A seleção de genótipos de tomateiro para processamento baseada em conteúdos elevados de ZGB demonstrou ser eficaz na promoção de resistência às pragas estudadas.

**Palavras-Chave:** *Solanum lycopersicum*, artrópodes-praga, zingibereno, resistência genética.

## ABSTRACT

Daniel Suek Zanin. Selection of F<sub>2</sub>BC<sub>1</sub> tomato genotypes for processing with high zingiberene levels and resistant to pest arthropods.

This study aimed to select for processing tomato genotypes with high zingiberene levels and resistance to tomato leafminer, the whitefly and spider mite. Selection was made in the generation F<sub>2</sub>BC<sub>1</sub> coming from the intersection *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* x *S. lycopersicum* cv. “Redenção”. This generation, were evaluated 600 individuals along with 40 plants of each parental (wild and commercial) totaling 680 plants. The zingiberene quantification was performed by the spectrophotometric method. We selected 6 plants with high content of zingiberene (RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-185, RVTZ 2011-079-335, RVTZ 2011-079-345, RVTZ 2011-079-385, RVTZ 2011-079-503) and 4 with low (RVTZ 2011-079-417, RVTZ 2011-331-460, RVTZ 2011-331-524 e RVTZ 2011-331-548). The F<sub>2</sub>BC<sub>1</sub> genotypes with high zingiberene content RVTZ 2011-079-345, RVTZ 2011-079-503, RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-185 e RVTZ 2011-079-335 obtained resistance levels to spider mite which did not differ from the parental for high content of zingiberene, being better than cultivar “Redenção”. Genotypes rich in zingiberene also had lower leaf area destroyed by pinworm tomato, lower intensity values of plant damage, injuries in leaflets and percentage of leaflets attacked by moth, and reduced oviposition by the whitefly in latest reviews, compared to the selected lines with low zingiberene content. However, there was not significant correlation between zingiberene content and number of tomato leafminer eggs and caterpillars, and number of whitefly nymphs in genotypes. Selection of tomato genotypes to high-content based processing zingiberene shown to be effective in promoting resistance to pests studied.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, arthropod pests, zingiberene, genetic resistance.

## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) configura-se como uma das hortaliças de maior importância econômica e social no Brasil e no Mundo. Esta cultura gera emprego e renda no campo, em razão do volume considerável de produção e dos tratamentos culturais intensivos que exige. A grande aceitação desta hortaliça por parte dos consumidores facilita a comercialização do produto (GAMEIRO et al., 2007).

A cadeia produtiva do tomateiro envolve a produção para consumo *in natura*, ou de mesa, processamento industrial, ou rasteiro, e cultivares de duplo propósito. Em 2012, o Brasil produziu cerca de 1,2 milhões de toneladas de tomate para processamento. Este setor movimentou mais de 2,6 bilhões de reais por ano (CARVALHO et al., 2013).

Alguns fatores constituem obstáculos para os produtores de tomateiro. A elevada incidência de doenças e pragas torna o tomateiro uma cultura de risco. Problemas fitossanitários podem causar perdas totais em algumas lavouras e, em alguns casos, chegaram a inviabilizar o cultivo do tomateiro em algumas regiões (MELO e VILELA, 2005).

A principal forma de controle que tem sido utilizada contra as pragas do tomateiro é o químico. Em muitos casos, são realizadas volumosas aplicações de agrotóxicos, os quais oneram o custo de produção, contaminam o ambiente e constituem um risco à saúde de trabalhadores rurais e consumidores (GONÇALVES et al., 2006). Além disso, pode ocorrer a formação de populações da praga resistentes às moléculas químicas empregadas no seu controle e a redução na população de inimigos naturais (FREITAS et al., 2000b; SUINAGA et al., 2003).

A mosca-branca (*Bemisia spp.*) e a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) têm provocado muitos prejuízos e exigido a aplicação de grandes volumes de inseticidas nas lavouras de tomateiro (TOGNI et al., 2009; MACIEL et al., 2011). No caso da traça, em infestações severas, podem ser realizadas até três pulverizações semanais (SUINAGA et al., 2004). O ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), por sua vez, embora considerado uma praga secundária, também vem adquirindo importância em algumas áreas produtoras (LEITE e FIALHO, 2013).

A obtenção de variedades resistentes é uma excelente forma de controle, tendo em vista que diminui ou até mesmo dispensa a aplicação de agroquímicos, gerando benefícios ambientais, econômicos e para a saúde de agricultores e consumidores (GONÇALVES et al., 2006; BOIÇA JÚNIOR et al., 2012; NEIVA et al., 2013).

O melhoramento genético por meio de hibridações entre genótipos comerciais de tomateiro e espécies silvestres que apresentam elevados teores de aleloquímicos, tais como

acil-açúcares, cetonas (2-tridecanona e 2-undecanona) e sesquiterpenos (zingibereno), pode gerar plantas com boas características produtivas e também resistentes às pragas descritas anteriormente (GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012). Os aleloquímicos são compostos provenientes do metabolismo secundários das plantas. No tomateiro, estas substâncias podem promover resistência a artrópodes-praga pelo mecanismo de não preferência para oviposição e alimentação, ou causando efeitos deletérios sobre a alimentação e o ciclo de vida das pragas (BALDIN et al., 2005; MALUF et al., 2010; BOIÇA JÚNIOR et al., 2012; LUCINI et al., 2015).

Dentre os compostos químicos citados acima, o zingibereno é comumente estudado como promotor de resistência a artrópodes-praga da cultura do tomateiro. Esta substância é produzida especialmente em tricomas glandulares do tipo IV e VI, presentes na epiderme dos folíolos de *S. habrochaites* var. *hirsutum*, espécie silvestre rica neste aleloquímico (EIGENBRODE e TRUMBLE, 1993). Em programas de melhoramento, têm sido realizados cruzamentos entre variedades comerciais de tomateiro e esta espécie, a fim de realizar a introgressão de genes responsáveis por conferir a presença do aleloquímico. Estudos realizados no intuito de explicar a herança para teor de zingibereno indicaram que a característica é controlada por um ou dois genes, com dominância incompleta no sentido de elevados teores deste aleloquímico (GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2009; LIMA, 2014), e altamente herdável, podendo ser transmitida para progênies em programas de melhoramento (FREITAS et al., 2000b).

Entretanto, mais pesquisas podem ser realizadas neste sentido, a fim de auxiliar produtores de tomate e instituições de pesquisa no manejo integrado de pragas. Assim, realizou-se este trabalho com o objetivo de avançar progênies de tomateiro para processamento industrial com maiores níveis de resistência à traça-do-tomateiro, mosca-branca e ácaro-rajado, mediada por conteúdos elevados de zingibereno.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Selecionar plantas de F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> obtidas a partir do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* cv. ‘Redenção’ x *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826, com elevados teores de zingibereno e resistência a artrópodes-praga de importância econômica para a cultura do tomateiro.

### 2.2 Específicos

- Quantificar em laboratório teores de zingibereno em folíolos de tomateiro.
- Selecionar plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> de *S. lycopersicum* cv. ‘Redenção’ x *S. habrochaites* var. *hirsutum* com elevada concentração de zingibereno e resistentes à Traça-do-tomateiro – *Tuta absoluta*.
- Selecionar plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> de *S. lycopersicum* cv. ‘Redenção’ x *S. habrochaites* var. *hirsutum* com elevada concentração de zingibereno e resistentes à Mosca-branca – *Bemisia tabaci* biótipo B.
- Selecionar plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> de *S. lycopersicum* cv. ‘Redenção’ x *S. habrochaites* var. *hirsutum* com elevada concentração de zingibereno e resistentes ao Ácaro-rajado – *Tetranychus urticae*.
- Comparar os métodos utilizados na avaliação da severidade dos danos causados pela traça-do-tomateiro.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Cultura do tomateiro

##### 3.1.1 Aspectos gerais

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) configura-se como a primeira hortaliça mais produzida e comercializada no Brasil. Em decorrência do grande número de tratamentos culturais que exige e do retorno econômico significativo, esta cultura é altamente explorada por todos os níveis de produtores, adquirindo grande importância socioeconômica, como geradora de empregos e renda no campo (LUZ et al., 2007). Entretanto, esta cultura é considerada de alto risco, em razão da elevada incidência de doenças e pragas, muitos dos quais podem causar grandes perdas de produtividade e demandam a aplicação de um volume elevado de agroquímicos (AQUINO et al., 2011).

Em 2012, a China foi o maior produtor mundial de tomates, com 50 milhões de toneladas de tomate produzidas, seguida por Índia, Estados Unidos, Turquia e Egito (FAO, 2015a). O Brasil ocupa a oitava colocação, com 3,9 milhões de toneladas produzidas em 63,8 hectares, resultando em uma média de produtividade de 60,7 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2015b). Alguns produtores mais tecnificados, entretanto, podem alcançar valores de produtividade bem maiores, acima de 100 t ha<sup>-1</sup> de tomate (CARVALHO e PAGLIUCA, 2007).

Entre os Estados Brasileiros, em 2012, Goiás configurou-se como o maior produtor desta hortaliça, com cerca de 1,14 milhões de t produzidas, seguido por São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro (CARVALHO et al., 2013).

##### 3.1.2 Origem e botânica

O tomateiro cultivado pertence à família Solanaceae, a qual abrange mais de 3.000 espécies distribuídas em 90 gêneros, sendo que as cinco espécies de maior importância econômica são a batata, o tabaco, a berinjela, a pimenta e o tomate (JULIÃO, 2012).

O centro de origem primária do tomateiro abrange uma área que se estende desde o Equador, ao norte, até o norte do Chile, ao sul, e da costa do Pacífico, a oeste, até a Cordilheira dos Andes, a leste (SANTIN, 2012). Já o centro de origem secundária do tomateiro é o México, primeiro local aonde esta hortaliça foi domesticada, cultivada e largamente utilizada na alimentação humana, por parte dos Astecas, isto antes da chegada dos

européus (GIMENEZ e MARTINEZ, 2004). Após a conquista da América Central pelos espanhóis, estes introduziram o tomateiro no continente europeu. Lá, durante muitos anos o tomateiro foi cultivado apenas como ornamental, devido à sua semelhança com algumas plantas tóxicas. Entretanto, espanhóis e italianos passaram a utilizar o tomate na alimentação e, desde então, seu consumo se universalizou, tornando o tomate atualmente uma das hortaliças mais bem aceitas no mundo (SANTIN, 2012).

As espécies do gênero *Solanum* apresentam número básico de cromossomos igual a 12 ( $x=12$ ) (MELO, 2009). O tomate cultivado é diploide ( $2n=24$ ) (SALAZAR, 2011). O tomateiro é planta autógama, e teve sua base genética bastante reduzida em razão da seleção de um número limitado de genótipos e de sucessivos programas de melhoramento baseados em caracteres agrônômicos de interesse, os quais diminuiram drasticamente a variabilidade da espécie (GONÇALVES et al., 2008).

O ancestral silvestre do tomateiro cultivado atualmente é o tomateiro cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) (SANTOS, 2009). O gênero *Solanum* possui oito espécies capazes de se combinar com *S. lycopersicum*, entre elas: *S. hirsutum*, *S. peruvianum*, *S. chilense*, *S. pennellii*, *S. cheesmanii*, *S. neorickii*, *S. chmielewskii*, *S. pimpinellifolium*, *S. galapagense* e *S. parviflorum*. Estas espécies, embora não sejam exploradas comercialmente, são extremamente úteis em programas de melhoramento de tomateiro cultivado, pois possuem genes que podem contribuir para o aumento da resistência a fitopatógenos, artrópodos-praga e a estresses bióticos e abióticos (FERREIRA, 2004), e também melhorar a qualidade nutricional do produto.

Quando deseja-se utilizar uma espécie silvestre como fonte de genes de interesse em programas de melhoramento é preciso ter conhecimento a respeito do seu mecanismo de reprodução. Dentre as espécies pertencentes ao antigo “Complexo *esculentum*”, *S. pimpinellifolium* cruza-se facilmente com *S. lycopersicum*. A maioria das espécies, porém, apresentam incompatibilidade unilateral quando são usadas como genitores femininos. São elas: *S. cheesmaniae*, *S. galapagense*, *S. chimielewskii*, *S. neorickii*, *S. pennellii* e *S. habrochaites*. Estas devem ser utilizadas como genitor masculino (fornecedor de pólen) nos cruzamentos com o tomate cultivado. Já as espécies que pertenciam ao antigo “Complexo *peruvianum*” apresentam dificuldades maiores para se combinar com o tomate cultivado, mesmo quando usadas como genitor masculino. Neste caso, a cultura de embriões *in vitro* pode constituir uma saída (BOITEUX et al., 2012).

**Quadro 1.** Classificação taxonômica do gênero *Solanum* seção *Lycopersicon*.

| <b>Antigo grupo</b>           | <b>Espécie</b>             |
|-------------------------------|----------------------------|
| “Complexo <i>esculentum</i> ” | <i>S. lycopersicum</i>     |
|                               | <i>S. cheesmaniae</i>      |
|                               | <i>S. chmielewskii</i>     |
|                               | <i>S. galapagense</i>      |
|                               | <i>S. habrochaites</i>     |
|                               | <i>S. neorickii</i>        |
|                               | <i>S. pennellii</i>        |
| “Complexo <i>peruvianum</i> ” | <i>S. pimpinellifolium</i> |
|                               | <i>S. arcanum</i>          |
|                               | <i>S. chilense</i>         |
|                               | <i>S. corneliomuelleri</i> |
|                               | <i>S. huaylasense</i>      |
|                               | <i>S. peruvianum</i>       |

**Fonte:** Boiteux et al. (2012).

O tomateiro apresenta cultivares de hábito determinado e indeterminado. Nas cultivares de hábito determinado, normalmente destinadas ao cultivo rasteiro para processamento industrial, o caule, após formar várias ramificações, produz uma inflorescência terminal, encerrando seu crescimento. Não há uma relação fonte e dreno muito definida nas diferentes posições da planta. Já nas cultivares de hábito indeterminado, em geral conduzidas tutoradas e direcionadas ao consumo *in natura*, o ápice caulinar constitui sempre um meristema apical, permitindo o crescimento contínuo da planta. Nestas cultivares, a cada três folhas é emitido um ramo floral (ALVARENGA, 2004).

Os fotoassimilados produzidos pelas folhas abaixo do primeiro ramo floral são direcionados principalmente para as raízes, enquanto as três folhas acima de cada ramo floral direcionam seus fotoassimilados para os frutos presentes logo abaixo. Morfologicamente, as principais características do tomateiro são as seguintes: o sistema radicular é pivotante, atingindo entre 50 e 60 cm de profundidade; o caule apresenta angulosidades e vários tricomas, os quais produzem compostos que conferem o aroma característico da planta; as flores são amarelas, dispostas em cachos, e andrógenas, o que aumenta a taxa de autogamia. Os frutos, por sua vez, são do tipo baga carnosa. Podem apresentar formato arredondado,



alongado ou elíptico, geralmente com coloração vermelha quando maduros, com 2 a 10 lóculos, e seu tamanho e peso varia muito de acordo com o grupo ou a cultivar. As sementes são pequenas, entre amareladas e acinzentadas, e recobertas por mucilagem quando estão dentro do fruto (ALVARENGA, 2004; SANTOS, 2009).

### **3.2 Tomateiro para processamento industrial**

#### **3.2.1 Caracterização e perfil da cadeia produtiva**

O grupo de cultivares de tomateiro destinado ao processamento industrial é caracterizado por cultivares de crescimento determinado, cujas plantas são conduzidas sem tutoramento (COSTA et al., 2011). Seus frutos apresentam formato relativamente afilado, pesam aproximadamente entre 70 e 120 gramas (RESENDE e COSTA, 2000) e coloração vermelha intensa (MELO e VILELA, 2005).

A partir dos anos 1990 e 2000 houve um aumento da produção de tomate devido a um incremento na área cultivada e no nível tecnológico dos produtores (PEREIRA et al., 2012). Entre 1990 e 2001, a produtividade média de tomateiro industrial no país passou de 34 t ha<sup>-1</sup> para 75 t ha<sup>-1</sup> (MELO e VILELA, 2005) e para 88,2 t ha<sup>-1</sup> em 2011 (VILELA et al., 2012). Estima-se que cerca de 1/3 de toda a produção de tomateiro do país seja de tomate rasteiro ou industrial. (GAMEIRO et al., 2007).

Em 2010, os Estados Unidos lideraram a produção mundial de tomate para processamento, com 12 milhões de t produzidas, seguidos por China, Itália, Espanha e Brasil. Em 2011, foram produzidas no Brasil 1,9 milhões de t de tomate industrial em 21,3 mil ha de área colhida (VILELA et al., 2012).

A cadeia produtiva de tomate industrial envolve questões bastante complexas, tendo em vista fatores como a elevada demanda pelo produto ao longo de todo o ano e sua alta perecibilidade (GAMEIRO et al., 2008). Durante muitos anos, a colheita de tomate rasteiro era caracterizada pelo uso intensivo de mão-de-obra. A colheita mecanizada, por sua vez, teve início em 1997/1998, mas só teve impulso a partir de 2004/2005, graças a um projeto realizado pela Unilever/Brasil. Entretanto, para que este tipo de colheita tenha sucesso é preciso escolher adequadamente o local de cultivo, evitando áreas com declive acentuado e presença de tocos e pedras que possam danificar o maquinário a ser utilizado (JACINTO et al., 2012).

Melo (2012) cita algumas características consideradas importantes para o sucesso de

uma lavoura de tomate rasteiro: produtividade, cobertura foliar, uniformidade da maturação, retenção dos frutos nos pedúnculos (característica indesejável), índice de defeitos e anomalias fisiológicas, resistência ao transporte, dentre outras.

Entretanto, é possível expandir ainda mais a participação brasileira neste setor produtivo no cenário mundial. Para isso, é preciso recorrer a medidas tais como: melhorar as técnicas de cultivo, bem como a logística do transporte e da comercialização do produto final, garantindo uma matéria-prima de melhor qualidade, investir na produção de cultivares híbridas com elevado potencial produtivo e tolerância a patógenos e insetos-praga, dentre outras medidas (MELO e VILELA, 2005).

### 3.2.2 Cultivares

Dentre as cultivares de tomateiro rasteiro exploradas em território nacional, Viradoro é uma das que se destacam. Esta cultivar foi lançada em 1998 pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco como uma fonte de resistência contra o “vira-cabeça”, doença causada por Tospovírus, a qual estava dizimando várias lavouras de tomate rasteiro no Nordeste Brasileiro. A cultivar Redenção também foi desenvolvida tendo em vista ser uma fonte de resistência genética a uma série de problemas fitossanitários e manter os níveis produtivos de uma cultivar comercial. Esta cultivar foi obtida por meio de seis ciclos de seleção a partir do cruzamento entre a linhagem LA 3473 e Viradoro. Possui resistência a Tospovírus e Geminivírus. Seus frutos são alongados, bi ou triloculares, pesam em torno de 110 gramas e a colheita se inicia entre 100 e 110 dias após a semeadura (FERRAZ et al., 2003).

Em tempos recentes, a maior parte das lavouras brasileiras de tomateiro para processamento passaram a ser ocupadas por cultivares híbridas, por meio das quais se obteve ganhos para diversas características de interesse agrônomo, tais como produtividade, número de sementes por fruto e índice de colheita. Somado a isso, os híbridos permitem a obtenção de maior uniformidade nas lavouras e a acumulação de diversas características monogênicas de interesse em uma única cultivar (BOITEUX et al., 2012).

**Quadro 2.** Alguns híbridos de tomateiro rasteiro cultivados em território nacional.

| Híbrido      | Empresa    | Duração do ciclo (dias) |
|--------------|------------|-------------------------|
| CXD 277      | Campbell   | 110-120                 |
| CXD 253      | Campbell   | 105-120                 |
| BRS Sena     | Embrapa    | 120-130                 |
| HMX 7885     | Embrapa    | 110-120                 |
| HMX 7889     | Embrapa    | 115-130                 |
| H 9889       | Heinz      | 105-115                 |
| H 9553       | Heinz      | 110-120                 |
| H 9995       | Heinz      | 110-120                 |
| H 9992       | Heinz      | 120-130                 |
| UT 761       | ISI        | 145                     |
| U2006        | Nunhenz    | 110-120                 |
| N901         | Nunhenz    | 120-130                 |
| HYpeel 108   | Seminis    | 110-115                 |
| AP 533       | Seminis    | 125-130                 |
| AP 529       | Seminis    | 110-120                 |
| UG 8169      | United     | 110-120                 |
| Rio Tietê    | Woodbridge | 100-110                 |
| Rio Vermelho | Woodbridge | 120-130                 |

**Fonte:** Soares e Rangel (2012).

### 3.3. Principais objetivos do melhoramento de tomateiro industrial

Alguns fatores atuam como entraves à expansão do cultivo de tomateiro industrial. Tais desafios constituem um direcionamento para programas de pesquisa visando melhorar os tratos culturais, bem como ao melhoramento genético da cultura. De acordo com Boiteux et al. (2012), algumas das principais demandas do melhoramento de tomate rasteiro no Brasil são as seguintes: 1) obtenção de resistência a doenças viróticas (begomovírus e tospovírus) e bacterianas, em especial a mancha-bacteriana (*Xanthomonas* spp.) e a murcha-bacteriana (*Ralstonia solanacearum*). Tem sido difícil encontrar fontes de resistência que permitam que esta característica seja mantida durante o avanço de gerações; 2) concentração da maturação; 3) obtenção de híbridos com boa firmeza de frutos e que suportem situações imprevistas a

campo, tais como quebra de maquinário ou atraso para a entrega do produto às fábricas; 4) produtividade, viscosidade, pH adequado, coloração vermelha intensa e teor de sólidos solúveis igual ou superior a 4,8° Brix; 5) arquitetura da planta, com ramas que facilitem os tratamentos culturais e evitem a folhagem excessiva, a qual favorece o acúmulo de umidade e o aparecimento de doenças; 6) cultivares com resistência a fungos de solo e *Sclerotinia* spp., especialmente para áreas onde o tomate rasteiro tem sido cultivado sucessivamente; 7) Resistência a artrópodes-praga, tais como a traça-do-tomateiro e a mosca-branca.

### **3.4. Influência de artrópodes-praga no cultivo de tomate industrial**

#### **3.4.1. Aspectos gerais**

O ataque de pragas é um dos fatores que constituem obstáculos à expansão da cultura do tomate rasteiro no país. Em 1991, por exemplo, um severo ataque de mosca-branca e traça-do-tomateiro interrompeu temporariamente a implantação de lavouras de tomate rasteiro em áreas da região Nordeste aonde esta cultura encontrava-se em plena expansão (VIDAL, 2010).

Dentre os artrópodes-praga que provocam maiores danos na cultura do tomateiro, merecem destaque os seguintes: mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), pulgões (*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*), tripes (*Frankliniella schultzei*), traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), mosca-minadora (*Liriomyza* spp.), broca grande do fruto (*Helicoverpa zea*), e broca pequena do fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) (AQUINO et al., 2011).

Os métodos disponíveis para controle das pragas descritas são variados, e envolvem uso de defensivos químicos, parasitoides, bactérias e fungos entomófagos, uso de predadores e parasitoides, inseticidas naturais e emprego de armadilhas adesivas (LEITE e FIALHO, 2013), além da resistência genética (GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2009; MACIEL et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012; BOIÇA JÚNIOR et al., 2012).

A traça-do-tomateiro, a mosca-branca e o ácaro-rajado são controlados, principalmente, por meio de aplicação de inseticidas e acaricidas. Entretanto, o uso intensivo de produtos químicos, aliado ao cultivo do tomateiro em regiões com condições edafoclimáticas muito variadas, tem proporcionado resistência em alguns artrópodes, bem como o surgimento de novas pragas potenciais (PRATISSOLI e PARRA, 2001). Para exemplificar esta questão, Lietti et al. (2005) encontraram elevados níveis de resistência aos agrotóxicos deltametrina e abamectina em populações de traça-do-tomateiro na Argentina, em razão do uso contínuo e intensivo destes inseticidas. Além disso, muitos agricultores não

utilizam equipamentos de proteção individual (EPIs), aplicam defensivos não recomendados para a cultura e não respeitam o período de carência do produto em questão (JORDÃO e NAKANO, 2002).

Neste sentido, é preciso combinar diversos métodos de controle, a fim de reduzir de maneira eficaz o dano proporcionado por artrópodes-praga na cultura (PRATISSOLI e PARRA, 2001). Dentre os métodos alternativos disponíveis para controle de pragas na cultura do tomateiro podem ser citados: recobrimento dos frutos antes da colheita (para tomate estaqueado), inseticidas naturais, armadilhas adesivas, parasitoides, dentre outros (JORDÃO e NAKANO, 2002; PRATISSOLI et al., 2002; CUNHA et al., 2006; GONÇALVES-GERVÁSIO e VENDRAMIN, 2007).

#### 3.4.2. Traça-do-tomateiro

A traça-do-tomateiro [*Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae)] é uma das principais pragas da cultura do tomateiro. Sua presença no Brasil foi constatada pela primeira vez em 1980, no município de Jaboticabal-SP. Desde então, se espalhou por todas as regiões produtoras de tomate no país, por meio do transporte e comercialização de caixas de tomate contendo lagartas e pupas desta espécie (COELHO e FRANÇA, 1987).

Apresenta metamorfose completa, ou seja, possui as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto. Sua forma adulta é uma pequena mariposa de coloração cinza, com aproximadamente 10 mm de envergadura e 6 mm de comprimento. Uma fêmea pode colocar de 55 a 130 ovos, durante 3 a 7 dias. Os ovos possuem forma elíptica e coloração amarelo-clara. Mas os danos são provocados pela lagarta, a qual chega a 9 mm de comprimento, apresenta coloração branca no início, que posteriormente passa a verde, e cabeça marrom (SANTOS, 2012). Coelho e França (1987) observaram as seguintes durações médias, para cada fase do ciclo de *T. absoluta*: ovo – 4,8 dias; lagarta – 13 dias, com 4 ínstaes, identificados pelo comprimento e diâmetro do corpo; pupa – 10 a 11 dias; adulto – 7,5 dias. O ciclo completo de um indivíduo desta espécie, envolvendo todas as fases, dura cerca de 30 dias (SANTOS, 2012). A lagarta se alimenta formando galerias no interior das folhas, consumindo todo o mesofilo. Este inseto também se alimenta de folhas novas, ponteiros, flores e frutos. Além do dano direto provocado pela alimentação, os ferimentos causados pela traça podem servir como porta de entrada para fitopatógenos (CUNHA et al., 2005). O controle da traça-do-tomateiro é difícil, tendo em vista que este inseto ataca em todas as fases do ciclo da cultura, e facilmente adquire resistência a moléculas de inseticidas (GONÇALVES-GERVÁSIO et al., 1999; TRINDADE

et al., 2000).

O método de controle mais usado para a traça-do-tomateiro é o químico. Em alguns casos, são realizadas até 36 aplicações de inseticidas ao longo do ciclo da cultura (CUNHA et al., 2006). Dentre os inseticidas registrados para o controle da traça no tomateiro, no estado do Paraná, citam-se os seguintes: triflumuron, azadiractin, flubendiamida, lambda cialotrina, teflubenzurom, *Bacillus thuringiensis*, lufenurom, fenpropatrina, dentre outros (SEAB, 2013).

Além do controle químico, métodos biológicos e culturais também se mostram viáveis para o manejo da traça-do-tomateiro. Em se tratando de controle biológico, a utilização de parasitoides se mostra bastante eficiente, tais como *Trichogramma pretiosum*. Esta espécie parasita os ovos do hospedeiro. Seu cosmopolitismo e ampla distribuição geográfica fazem com que este parasitoide seja utilizado com bastante eficácia no controle de diversos insetos-praga (FARIA et al., 2000; PRATISSOLI e PARRA, 2001). Além disso, a aplicação de extratos de plantas pertencentes à família Meliaceae, tais como *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* (BRUNHEROTTO e VENDRAMIN, 2001) e *Trichilia pallida* (CUNHA et al., 2005) também têm exercido efeito inseticida sobre a traça. O controle mecânico, caracterizado pela limpeza das caixas utilizadas na colheita e lavagem dos veículos de transporte com jatos de alta pressão apresenta bons resultados com relação ao impedimento da disseminação desta praga (SILVA e CARVALHO, 2004).

Alguns genótipos silvestres de tomateiro contêm compostos voláteis que exercem efeitos antagônicos sobre a traça-do-tomateiro. Dessa forma, podem servir como fontes de genes de resistência em programas de melhoramento. Neste sentido, as espécies *S. peruvianum*, *S. hirsutum* e *S. pennellii* têm sido amplamente utilizadas para introduzir genes de resistência à traça-do-tomateiro em cultivares comerciais de tomate (SUINAGA et al., 1999; SUINAGA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2012; DIAS et al., 2013).

### 3.4.3. Mosca-branca

A mosca-branca (*Bemisia tabaci* (Gennadius)) (Hemiptera: Aleyrodidae) destaca-se como um inseto-praga cosmopolita e causador de danos severos nas culturas nas quais se instala. É até mesmo considerado o inseto de maior importância na agricultura nacional. Sua gama de hospedeiros abrange mais de 500 espécies, dentre selvagens e cultivadas, distribuídas em 77 famílias botânicas (CAVALCANTE et al., 2006).

Este inseto apresenta as fases de ovo, ninfa, pupa e adulto. Os ovos, de coloração alaranjada, são depositados na face abaxial das folhas. A ninfa é alaranjada e não possui asas.

O adulto apresenta asas de coloração esbranquiçada. Todas as fases possuem preferência pela face abaxial das folhas. Uma fêmea coloca de 100 a 300 ovos ao longo do ciclo (GUTIERREZ e FERRARI, 2002).

Os danos provocados pela mosca-branca na planta hospedeira podem ser diretos, em decorrência da sucção de seiva, ou indiretos, que são os mais severos, caracterizados pela transmissão de viroses e toxinas e pela deposição de *honeydew*, substância na qual se desenvolve um fungo chamado fumagina, o qual reduz a área fotossinteticamente ativa da planta. O controle deste inseto constitui um grande desafio, em razão da dificuldade de atingir o alvo, normalmente presente na superfície abaxial das folhas, e do seu ciclo muito curto, o que lhe gera uma grande capacidade de dispersão e de sofrer mutações, formando populações resistentes aos inseticidas (BLEEKER et al., 2009; SOUZA e VENDRAMIN, 2005). Em adição a estes inconvenientes, para cada fase do ciclo deste inseto é necessário o uso de um inseticida específico (GUTIERREZ e FERRARI, 2002).

Alguns inseticidas registrados para o controle da mosca-branca no estado do Paraná estão listados a seguir: tiametoxan, tiacloprido, pimetozina, imidacloprido, beta-ciflutrina, acetamiprido, espiromesifeno, piriproxifem (SEAB, 2013).

Dentre as formas alternativas de controle, merecem destaque a utilização de extratos de plantas, consórcio com plantas não-hospedeiras, emprego de armadilhas adesivas de cor amarela, controle biológico, dentre outras práticas (CAVALCANTE et al., 2006; GUTIERREZ e FERRARI, 2002; LEITE e FIALHO, 2013; TOGNI et al., 2009). Práticas culturais adequadas também são essenciais no combate à mosca-branca. No cultivo em campo, deve-se realizar rotação de culturas e controlar as plantas daninhas, tendo em vista que muitas delas podem servir como hospedeiras secundárias desta praga. Em casa-de-vegetação, além do controle rigoroso das plantas daninhas, recomenda-se recobrir todas as aberturas da mesma com tela fina e evitar o plantio de espécies ornamentais. Além das formas de controle já citadas, não se deve abrir mão da utilização de variedades resistentes (SILVA e CARVALHO, 2004). A resistência à mosca-branca em tomateiro está relacionada com a presença do gene *Mi*, o qual está presente no cromossomo 6 e foi introgridido a partir de *S. peruvianum* (BOITEUX et al., 2012).

#### 3.4.4. Ácaro-rajado

O ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) (Acari: Tetranychidae) configura-se como uma das principais pragas na agricultura brasileira, demandando volumosa aplicação de

acaricidas (SATO et al., 2009).

Esta espécie coloca ovos de coloração branca na face abaxial das folhas. Normalmente vivem em colônias e são fitófagos. Os ácaros do gênero *Tetranychus* passam pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. As larvas são transparentes e translúcidas, e possuem o mesmo tamanho dos ovos. Os adultos, por sua vez, apresentam coloração entre amarelada e alaranjada com duas manchas mais escuras no dorso. Os machos adultos são menores e mais afilados, com 0,3 mm de comprimento, enquanto as fêmeas são maiores e mais arredondadas, medindo em torno de 0,5 mm. A forma de reprodução é por partenogênese arrenótoca, no qual fêmeas fertilizadas dão origem a outras fêmeas, e as não fertilizadas originam os machos (PASCHOAL, 1970; FLECHTMANN, 1982; ESTEVES FILHO et al., 2010).

A longevidade dos indivíduos de ácaro-rajado dura em torno de 40 a 45 dias. O período de ovo a adulto se estende por cerca de 15 dias. Entretanto, a duração do ciclo é muito variável. Fatores climáticos, notadamente a temperatura, e ligados ao hospedeiro, tais como espécie, cultivar, composição nutricional e morfologia foliar exercem influência decisiva sobre a duração de cada uma das fases do ciclo do ácaro. Temperaturas elevadas encurtam o ciclo do ácaro, enquanto temperaturas baixas retardam seu desenvolvimento. Substâncias produzidas na planta hospedeira que funcionam como defesa contra o ataque de herbívoros também podem atuar prolongando as fases juvenis do ácaro (MORAES e LEITE FILHO, 1981; MORO et al., 2012).

No tomateiro, este ácaro é visível a “olho nu”, e suas teias são facilmente identificáveis. Os danos provocados pelo ácaro-rajado são caracterizados pela raspagem da epiderme foliar, resultando no extravasamento do conteúdo celular, aumento excessivo da transpiração, indução à maturação precoce (SILVA et al., 2009), amarelecimento e queda das folhas (BAIER, 2012; LEITE e FIALHO, 2013). Quando o tomateiro é cultivado em sucessão, o ácaro-rajado facilmente passa de um cultivo para outro (SILVA e CARVALHO, 2004).

O método de controle de ácaros do gênero *Tetranychus* mais empregado no Brasil é o químico. Os acaricidas registrados para controle do ácaro-rajado na cultura do tomateiro, no estado do Paraná são os seguintes: abamectina, espiromesifeno, fenpiroximato, clorfenapir, diafentiurrom (SEAB, 2013).

Entretanto, a utilização de acaricidas nem sempre é eficiente, em razão da preferência dos ácaros pela face abaxial dos folíolos, e da reprodução por partenogênese, por meio da qual facilmente surgem populações de indivíduos resistentes às moléculas químicas empregadas.



Neste sentido, é imprescindível que se faça uso de formas alternativas de controle. Dentro do manejo integrado de pragas, merece destaque a utilização de ácaros predadores da família *Phytoseiidae* e de entomopatógenos, os quais realizam o controle biológico do ácaro-rajado, além do plantio de aveia-preta (*Avena strigosa* Sereb), ao redor da área de cultivo, espécie esta que reduz a dispersão dos ácaros (WATANABE et al., 1994). Outra forma de controle que tem sido estudada é o emprego de variedades resistentes, obtidas por meio de cruzamentos de cultivares comerciais com materiais silvestres ricos em aleloquímicos, compostos que promovem a resistência ao ácaro.

### **3.5. Melhoramento de tomateiro visando resistência a artrópodes-praga, mediado por aleloquímicos**

#### **3.5.1. Aspectos gerais**

Dentro do manejo integrado de pragas, a resistência genética é, sem dúvida, o método mais eficaz de controle. Genótipos com resistência genética possibilitam a redução, ou mesmo a supressão da aplicação de inseticidas. Isto gera um benefício econômico para o produtor, com a diminuição dos custos operacionais e de produção, bem como um benefício ambiental, com a redução da contaminação dos solos e das águas, manutenção dos predadores naturais na área de cultivo, além da redução dos riscos de contaminação por defensivos em trabalhadores rurais e consumidores (SUINAGA et al., 2003).

Dentre os métodos de melhoramento de tomateiro para resistência a artrópodes-praga, alguns dos mais utilizados têm sido a introdução de germoplasma (MOREIRA et al., 2005; MARIM et al., 2009) e a hibridação entre materiais comerciais suscetíveis e genótipos resistentes, em especial por meio da técnica dos retrocruzamentos (GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2009; MACIEL et al., 2010; MACIEL et al., 2011).

Antes de se iniciar um programa de melhoramento, a primeira coisa a se fazer é o planejamento e a definição dos objetivos. O melhorista precisa definir claramente qual é o objetivo final do trabalho, se o mesmo é viável e necessário para aquela região, se os resultados poderão ser mantidos em longo prazo, dentre várias outras verificações. Neste sentido, o pesquisador precisa ter um conhecimento técnico avançado a respeito da cultura com a qual irá trabalhar, boa capacidade de gerenciamento e uma avaliação precisa das tendências de mercado, afinal, um trabalho de melhoramento convencional muitas vezes leva em torno de 10 anos para ser concluído (BORÉM, 1998).

A introdução de germoplasma é uma das primeiras etapas em vários programas de melhoramento genético. A manutenção de um banco de germoplasma é de extrema importância em empresas e instituições que trabalham com melhoramento de espécies agrícolas, pois dessa forma se tem acesso a materiais que contêm genes de interesse para serem utilizados nas etapas seguintes (MARIM et al., 2009).

A hibridação entre linhagens que possuem genes de interesse e linhagens ou híbridos comerciais constitui uma etapa largamente utilizada na obtenção de variedades comerciais de tomateiro com resistência a artrópodes-praga. Embora a produção de híbridos por parte das empresas nacionais produtoras de sementes tenha decrescido a partir da década de 1990, dando mais ênfase à biotecnologia e genética genômica (MELO e VILELA, 2005), algumas instituições de pesquisa ainda fazem a introgressão de genes de resistência a pragas por meio de cruzamentos com genótipos silvestres que possuem os genes de interesse (FERRAZ et al., 2003; GONÇALVES NETO et al., 2010; MACIEL et al., 2010; MACIEL et al., 2011; LIMA, 2014; OLIVEIRA, 2014). Nestes programas, em geral, almeja-se a obtenção de híbridos com resistência múltipla a patógenos e artrópodos-praga. Sendo assim, torna-se imprescindível ter à disposição várias linhagens melhoradas para que possam servir como genitores na obtenção de híbridos comerciais (MACIEL et al., 2010).

O procedimento prático de realização de cruzamentos em tomateiro consiste da retirada do pólen das flores do genitor masculino, seguida pela emasculação das flores do genitor feminino, colocando-se em seguida o pólen em contato com o estigma. Cada flor fecundada recebe uma identificação relativa ao genótipo do qual o pólen foi retirado. Em se tratando de uma espécie autógama, como no caso do tomateiro, o avanço de gerações depois da hibridação atua no sentido de aumentar o grau de homozigose. Quando se cruza duas linhagens parentais contrastantes para uma determinada característica ( $P_1 \times P_2$ ), na primeira geração ( $F_1$ ) todas as plantas são heterozigotas. Ao se autofecundar as plantas da geração  $F_1$ , obtêm-se a geração  $F_2$ , na qual 50% das plantas são heterozigotas (Aa), 25% são homozigotas dominantes (AA) e 25% são homozigotas recessivas (aa). A cada geração de autofecundação, a porcentagem de plantas heterozigotas cai pela metade, por exemplo, 25% na 3ª geração, 12,5% na 4ª geração, 6,25% na 5ª geração, e assim sucessivamente. O número de retrocruzamentos que será realizado depende do grau com que se pretende recuperar o genótipo do parental recorrente (BORÉM, 1998).

Neste sentido, um método de hibridação muito usado no melhoramento de tomateiro visando resistência a pragas são os retrocruzamentos. Por este procedimento, plantas selecionadas na geração  $F_2$  são cruzadas novamente com um dos parentais ( $P_1 \times P_2$ )  $\times P_1$ .

Neste exemplo,  $P_1$  é chamado de parental recorrente, enquanto  $P_2$  é o parental doador ou não-recorrente. O objetivo dos retrocruzamentos é recuperar, a cada geração, as características agronômicas desejáveis do parental recorrente, e transferir a característica do parental doador que se deseja introduzir na progênie. Assim, ao final de sucessivas gerações de autofecundações, seleções e retrocruzamentos, almeja-se obter plantas com elevado grau de homozigose, com todas as características do  $P_1$ , e apenas uma característica desejável do  $P_2$ , a qual no exemplo citado é a resistência a um determinado artrópode-praga (BORÉM, 1998; GONÇALVES NETO et al., 2010; MACIEL et al., 2011).

### 3.5.2. Aleloquímicos

No melhoramento de tomateiro visando resistência a artrópodos-praga, a resistência é mediada por genes que codificam a síntese de determinados compostos denominados aleloquímicos. Estas substâncias são provenientes do metabolismo secundário das plantas, e podem reduzir o grau de infestação e danos causados por artrópodes-praga por meio de mecanismos tais como antibiose e não preferência pela alimentação (BLEEKER et al., 2009; MACIEL et al., 2011; LUCINI et al., 2015). Uma planta apresenta o mecanismo de resistência por antibiose quando libera substâncias tóxicas ou prejudiciais ao desenvolvimento da praga, e de não preferência pela alimentação, ou antixenose, quando estas substâncias repelem este animal, impedindo que o mesmo se instale, alimente ou oviposite na planta (BOIÇA JÚNIOR et al., 2012).

Para exemplificar, Snyder et al. (1993) constataram que a repelência ao ácaro-rajado em plantas da espécie *S. habrochaites* estava relacionada à presença de terpenoides produzidos em tricomas glandulares nos folíolos destas plantas. Gonçalves-Gervásio et al. (1999) relataram que genótipos de tomateiro com elevados teores de uma cetona chamada 2-tridecanona (2-TD) apresentavam elevados níveis de resistência à traça-do-tomateiro por meio do mecanismo de antibiose, ou seja, quando estes genótipos eram infestados com a traça, havia um alongamento das fases de ovo e lagarta e uma redução na fase de pré-pupa, bem como na viabilidade de ovos e lagartas. Maciel et al. (2011) obtiveram menor taxa de oviposição e menores níveis de danos por traça-do-tomateiro em folhas de genótipos com elevados teores de acil-açúcares. Esta menor severidade de ataque da traça também resultou em maior produtividade de frutos nos híbridos pré-comerciais que continham elevados teores de acil-açúcares. Dias et al. (2013) também encontraram correlação inversa entre a taxa de oviposição e desenvolvimento da fase larval da traça com elevados teores de acil-açúcares,

sendo que o genótipo selvagem *S. pennellii* LA 716 constituiu uma boa fonte de resistência. Bleeker et al. (2009), por sua vez, relataram que o genótipo selvagem de tomateiro *S. pennellii* LA 716 continha elevados teores de alguns terpenoides que influenciavam a preferência alimentar de mosca-branca. Dentro desta gama de substâncias, os sesquiterpenos zingibereno e curcumeno, e os monoterpenos p-cimeno,  $\alpha$ -terpineno e  $\alpha$ -felandreno apresentavam efeito repulsivo sobre a mosca-branca, sendo que as plantas com elevados teores destes compostos possuíam níveis de infestações bem menores do que os genótipos comerciais com baixos teores destas substâncias.

Os principais genótipos de tomateiro silvestre que se destacam com elevados teores de aleloquímicos são os seguintes: *S. hirsutum* var. *glabratum*, *S. habrochaites* var. *hirsutum*, e *S. pennellii*, os quais apresentam elevados teores de 2-tridecanona (2-TD), zingibereno (ZGB) e acil-açúcares (AA), respectivamente (FREITAS et al., 2000a; MALUF et al., 2001; RESENDE et al., 2006; MALUF et al., 2010; NEIVA et al., 2013).

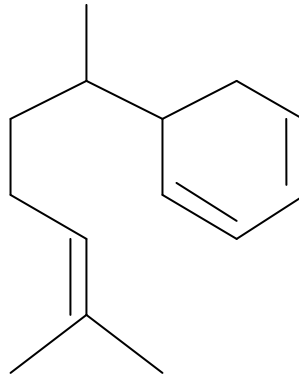
As espécies de tomateiro silvestre capazes de se combinar com o tomateiro cultivado constituem fontes de genes que codificam para elevados teores de aleloquímicos. São, portanto, muito utilizadas em programas de melhoramento convencional cujo objetivo é produzir variedades de tomateiro resistentes a artrópodes-praga de maneira indireta, mediada por níveis elevados destes compostos (MALUF et al., 2010).

### 3.5.3. Zingibereno

No grupo dos compostos químicos responsáveis por conferir resistência a insetos e artrópodes-praga, o zingibereno ( $C_{15}H_{24}$ ), um sesquiterpeno presente em alguns genótipos silvestres de tomateiro, tem sido um dos mais estudados (NEIVA, 2011). Esta substância faz parte do metabolismo secundário das plantas nas quais é produzido. Os sesquiterpenos são compostos com 15 carbonos, pertencentes ao grupo químico dos terpenoides. A biossíntese dos terpenoides ocorre por meio da via mevalonato no citoplasma, a partir da acetil-coA (ANDRADE, 2010).

O nome zingibereno (ZGB) é baseado no gengibre (*Zingiber officinalis*), planta que contém grande quantidade desta substância (FREITAS et al., 2000a). Este composto é excretado por tricomas glandulares dos tipos IV e VI, presentes em elevada quantidade na epiderme foliar de *S. habrochaites* var. *hirsutum* (GONÇALVES et al., 2006). A herança para o teor de ZGB é monogênica e controlada por um alelo recessivo, o qual possui dominância incompleta para baixos teores desta substância (GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al.,

2009). Lima (2014), entretanto, chegou à conclusão que esta característica é controlada por dois genes.



**Figura 1.** Fórmula estrutural do zingibereno (FERNANDES, 2011).

Em programas de melhoramento, o ZGB tem sido usado como promotor de resistência à traça-do-tomateiro (OLIVEIRA et al., 2012), mosca-branca (SILVA et al., 2009), ácaro-vermelho *Tetranychus evansi* (MALUF et al., 2001; GONÇALVES et al., 2006;), ácaro-rajado (SILVA et al., 2009), lagarta-militar da beterraba *Spodoptera exigua* (EIGENBRODE e TRUMBLE, 1993), e besouro-da-batata *Leptinotarsa decemlineata* (FREITAS et al., 2000a).

Freitas et al. (2000a) relataram que genótipos ou espécies com pouca ou nenhuma presença de ZGB apresentam menor resistência a insetos e artrópodes-praga em comparação com materiais com elevado teor da substância, e que esta característica é herdável, portanto, passível de ser explorada no melhoramento de variedades comerciais. Freitas et al. (2000b) relatam um valor de herdabilidade de 67,8% para a característica de elevados teores de ZGB. Lima (2014), por sua vez, obteve um valor de herdabilidade de 81,95% para esta característica.

Vários são os trabalhos que mencionam resistência a artrópodes-praga mediados por elevados teores de ZGB. Gonçalves et. al. (2006) avaliaram genótipos comerciais e silvestres de tomateiro quanto à resistência ao ácaro-vermelho, e verificaram que teores elevados de ZGB estavam correlacionados com maior presença de tricomas glandulares do tipo IV e VI, na face abaxial das folhas. Materiais com maior densidade de tricomas glandulares e maiores teores deste aleloquímico apresentavam repelência ao ácaro-vermelho, pois estas características dificultavam o caminhamento do ácaro nas folhas. Eigenbrode e Trumble (1993) correlacionaram inversamente a sobrevivência de indivíduos de *S. exigua* com a presença de tricomas glandulares do tipo IV, em genótipos de *S. habrochaites* var. *hirsutum*, e

a presença de sesquiterpenos nas folhas de acessos de *S. hirsutum* f. *typicum*, exceto para um único genótipo. Para mosca-branca, em contrapartida, Fernandes et al. (2009) encontraram correlação inversamente proporcional entre a densidade de tricomas nas folhas e a repelência à mosca-branca, sendo que materiais com menor densidade de tricomas apresentaram menor número de ovos, ninfas e adultos deste inseto. Silva et al. (2009) verificaram que genótipos com conteúdos elevados de ZGB ou de AA, bem como genótipos duplos com teores elevados de ambas as substâncias, apresentaram menor taxa de oviposição e sobrevivência de ninfas de mosca-branca, bem como menor caminhamento foliar de ácaro-rajado, quando comparados com materiais comerciais com baixos teores destes compostos. Oliveira et al. (2012) relataram que genótipos de tomateiro com conteúdo elevado de 2-TD, ZGB ou AA apresentaram menores taxas de oviposição da traça-do-tomateiro, bem como menor porcentagem de folíolos atacados e lesões nos folíolos, em comparação com materiais com baixos teores destas substâncias.

Estes e outros resultados têm comprovado o valor do ZGB como substância promotora de resistência a artrópodes-praga na cultura do tomateiro, e da utilização de materiais com elevados níveis do composto como genitores na obtenção de híbridos comerciais com resistência/tolerância a artrópodes-praga (FREITAS et al., 2000b; GONÇALVES et al.; 2006). A combinação de genótipos com conteúdo elevado de ZGB e acessos com níveis elevados de outros aleloquímicos, tais como os AA, também pode se mostrar promissora em alguns casos (SILVA et al., 2009).

#### 3.5.4. Marcadores moleculares e análise genômica

A seleção assistida por marcadores moleculares tem sido uma importante auxiliar no melhoramento genético do tomateiro. Trabalhos de mapeamento forneceram informações a respeito da localização de genes de resistência a pragas, doenças e características quantitativas, além de permitirem estudos de diversidade genética. Os marcadores moleculares de DNA são técnicas que permitem a identificação de regiões específicas do genoma que codificam para determinados genes (GONÇALVES et al., 2008).

Estes marcadores dividem-se em dois grupos principais. Em um deles, encontram-se os marcadores baseados em hibridização, nos quais fragmentos de DNA são marcados com sondas específicas. As regiões do genoma que hibridizam com as sondas são visualizadas como bandas. Neste grupo, encontra-se o marcador RFLP, utilizado em diversos estudos em culturas agrícolas. O outro grupo é composto por marcadores caracterizados pela amplificação

do DNA, na qual se utiliza a técnica de PCR (“Polimerase Chain Reaction” - “Reação em Cadeia da Polimerase”), por meio da qual é possível obter inúmeras cópias do trecho do DNA a ser estudado em um curto espaço de tempo. Dentre os marcadores moleculares baseados em PCR, os marcadores RAPD (“Random Amplified Polymorphic DNA”), SSR (“Simple Sequence Repeats”), AFLP (“Amplified Fragment Length Polymorphism”) (CARVALHO, 2009) e ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats) (AGUILERA et al., 2011) encontram-se entre os mais usados atualmente.

O mapeamento genético da cultura do tomateiro foi concluído em 2012, em um trabalho que envolveu pesquisadores de vários países (The Tomato Genome Consortium). Por meio deste trabalho, foram sequenciadas regiões dos doze cromossomos das espécies *S. lycopersicum* e *S. pimpinellifolium*, permitindo a obtenção de vários ‘primers’ de PCR, com os quais têm sido desenvolvidos marcadores moleculares associados com características de interesse para a cultura (BOITEUX et al., 2012).

Campos (2009) relacionou a resistência de genótipos de tomateiro ao ataque de pragas com a presença de genes ligados à produção de hormônios sinalizadores da presença de herbívoros, tais como jasmonatos e brassinosteroides, e de aleloquímicos. A produção de zingibereno em tomateiro poderia estar relacionada à presença dos genes SSY, responsáveis pela formação da enzima sesquiterpeno-sintase, e ZIS, que controla a expressão da enzima  $\alpha$ -zingibereno-sintase, a qual catalisa a formação de zingibereno. A produção deste aleloquímico também foi estimulada por maiores concentrações de jasmonatos. A identificação destes genes foi realizada utilizando-se a técnica de PCR.

Carvalho (2009) utilizou a PCR com a finalidade de confirmar a presença ou ausência de vírus em plantas de tomateiro, bem como técnicas de PCR e hibridização de DNA marcado com sondas na detecção de genes de resistência a vírus, nematoides e mosca-branca em diversos acessos de tomateiro comercial e espécies silvestres do gênero *Solanum*. A autora destacou a viabilidade da utilização dos marcadores moleculares de DNA na seleção assistida, objetivando-se inserir características específicas em genótipos com elevado potencial agrônomico, tais como resistência a um determinado patógeno ou artrópode-praga, a partir de genótipos silvestres que contêm genes de interesse.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no Setor de Olericultura do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Campus CEDETEG. A área experimental está localizada nas coordenadas 25°23'00'' de latitude Sul e 51°29'38.50'' de longitude Oeste, a uma altitude de 1.024 metros. O clima local é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfb) (IAPAR, 2013), com verões moderados, invernos amenos, temperatura média anual de 17°C e precipitação média anual de 1.946 mm (EMBRAPA, 2013). O solo local é classificado como Latossolo Bruno Distroférico típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

### 4.2. Material experimental

O experimento envolveu etapas de casa-de-vegetação, campo e laboratório.

Para realização dos cruzamentos e posterior obtenção da população F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub>, foram mantidas 32 plantas de *S. lycopersicum* cv. 'Redenção (genitor feminino e recorrente), plantadas em vasos de 11 dm<sup>3</sup> de capacidade, preenchidos com solo, em casa de vegetação. Os genitores masculinos foram constituídos por quatro genótipos F<sub>2</sub> (LIMA, 2014) obtidos a partir do cruzamento entre *S. lycopersicum* cv. 'Redenção' x *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826 (parental doador), previamente selecionados para elevado conteúdo de zingibereno nos folíolos (RVTZ 2011 pl#79, RVTZ 2011 pl#142, RVTZ 2011 pl#277, RVTZ 2011 pl#331). Os cruzamentos foram realizados da seguinte forma: primeiramente, coletavam-se flores do genitor masculino, para retirada de pólen. Em seguida, realizava-se a emasculação das flores do genitor feminino, deixando-se apenas o estigma, e identificando-se a flor emasculada com um fragmento de fio de lã, com a cor correspondente ao genótipo fornecedor de pólen. Por fim, colocava-se o pólen em contato com o estigma, para que ocorresse a polinização.

As sementes dos frutos obtidos nos cruzamentos foram extraídas da seguinte forma: os frutos colhidos foram cortados. Em seguida, as sementes recobertas com mucilagem foram retiradas do interior dos frutos, e colocadas dentro de uma sacola plástica com água. Em seguida, as sacolas foram fechadas de modo a não deixar espaços com ar em seu interior, e



identificadas. As sementes foram mantidas assim por 48 horas. A seguir, foi preparada uma solução com 30 mL de HCL 0,1 M diluídos em 400 mL de água, na qual as sementes permaneciam por 30 minutos. Posteriormente, as sementes eram colocadas para secar em peneiras de malha fina e, finalmente, guardadas em embalagens de papel com a respectiva identificação.

A semeadura da população  $F_1RC_1$  ocorreu no dia 19 de setembro de 2013, utilizando-se bandejas de polietileno, preenchidas com substrato comercial Mecplant<sup>®</sup> e vermiculita. No dia 1º de outubro de 2013, as mudas foram repicadas para bandejas de poliestireno, de 200 células. As bandejas foram mantidas em casa-de-vegetação e irrigadas por aspersão, até o dia do transplante. No dia 23 de outubro de 2013, as mudas foram transplantadas para o campo, em canteiros de 1 m de largura, levantados com rotoencanteirador. Os solos dos canteiros foram corrigidos com calcário dolomítico. A adubação de base consistiu em 230,8 g m<sup>-2</sup> de NPK 04-14-08 e 7,7 g m<sup>-2</sup> de Sulfurgran (90% de S). Foram transplantadas 24 mudas de cada um dos 4 genótipos  $F_1RC_1$ , espaçadas de 20 cm.

As adubações de cobertura consistiram de 4,8 g planta<sup>-1</sup> de sulfato de amônio e 1 g planta<sup>-1</sup> de KCl, aos 30 dias após o transplante. A irrigação foi por gotejamento, utilizando-se gotejadores espaçados de 20 cm. O controle de plantas daninhas foi realizado por intermédio de capinas manuais. O controle de pragas, tais como tripes e mosca-branca, foi realizado quando necessário, por meio de pulverizações com os seguintes produtos: tiametoxan, tiametoxan + lambda-cialotrina, lufenurum, espiromesifeno, metoxifenoazida, imidacloprido e abamectina. Para o controle de doenças, tais como pinta-preta (*Alternaria solani*) e requeima (*Phytophthora infestans*) foram efetuadas pulverizações com os seguintes fungicidas: casugamicina, metalaxil + mancozebe, mancozebe, iprodiona, oxiclreto de cobre, mandipropamida, difenoconazol e tiofanato metílico. As plantas foram escoradas com bambu e tutoradas com fita plástica.

As colheitas começaram cerca de 100 dias após o transplante das mudas, prolongando-se por cerca de 60 dias. Os frutos colhidos eram acondicionados em sacolas plásticas, as quais eram identificadas com o respectivo nome do genótipo. Em seguida, procedia-se à retirada das sementes. Esta fase, bem como o tratamento das sementes com HCl e secagem das mesmas, foram realizados utilizando-se os mesmos procedimentos descritos para a retirada de sementes dos frutos originários de cruzamentos.

As plantas  $F_2RC_1$  nas quais foi realizada a quantificação de ZGB foram cultivadas em casa-de-vegetação. Enquanto estavam-se colhendo frutos das plantas  $F_1RC_1$ , realizaram-se duas semeaduras, em casa-de-vegetação, para obtenção de mudas de *S. habrochaites* var.

*hirsutum*, e *S. lycopersicum* cv. 'Redenção'. No dia 24 de fevereiro de 2014, foram semeadas parte das sementes F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub>, em bandejas de polietileno preenchidas com substrato comercial Mecplant® e recobertas com vermiculita. As mudas foram posteriormente repicadas para bandejas de poliestireno.

Na quantificação de ZGB, foram utilizadas 600 plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub>, sendo 150 plantas descendentes de cada um dos genótipos selecionados anteriormente para elevados teores deste aleloquímico (RVTZ 2011 pl#79, RVTZ 2011 pl#142, RVTZ 2011 pl#277, RVTZ 2011 pl#331), além de 40 plantas de cada uma das testemunhas contrastantes para teor de ZGB (*S. habrochaites* var. *hirsutum* e *S. lycopersicum* cv. 'Redenção'), totalizando 680 plantas. Estas foram distribuídas ao longo da casa-de-vegetação, e numeradas de 1 a 680, sendo que cada planta passou a ser considerada um tratamento. As análises foram realizadas em triplicata.

Para a instalação deste experimento, foram utilizados vasos com 2 dm<sup>3</sup> de capacidade. Os vasos foram preenchidos com solo de subsuperfície misturado com substrato comercial, na proporção de 5:1. O solo dos vasos foi corrigido com 5 g vaso<sup>-1</sup> de calcário calcítico, e adubada com 38 g vaso<sup>-1</sup> de NPK 04-14-08. O transplântio das mudas para os vasos ocorreu em 26 de março de 2014. Foram realizadas duas adubações de cobertura, aos 27 e 47 dias após o transplântio, as quais consistiram em 3,85 g vaso<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, 4,65 g vaso<sup>-1</sup> de superfosfato triplo (apenas na primeira adubação de cobertura), e 1 g vaso<sup>-1</sup> de KCl. As plantas foram tutoradas com auxílio de bambu e fita plástica. Nos primeiros dias após o transplântio, foram realizados dois controles fitossanitários, utilizando-se os seguintes produtos: lufenurom, espiromesifeno, mandipropamida e iprodiona. Entretanto, o controle fitossanitário foi interrompido dezoito dias antes do início das avaliações, para evitar que estes produtos interferissem nos resultados.

### **4.3 Avaliações**

#### **4.3.1 Quantificação de zingibereno**

As análises para quantificação de teor de ZGB ocorreram de 25 a 30 de abril de 2014, utilizando-se a metodologia proposta por Freitas et al. (2000a). Após uma seleção preliminar a partir da triplicata, plantas com teores contrastantes de ZGB foram analisadas ainda mais uma vez, a fim de confirmar os resultados. As análises foram realizadas da seguinte forma: primeiramente, coletava-se seis discos foliares de folíolos jovens completamente expandidos, de cada planta a ser avaliada, com auxílio de um vasador, totalizando 6 cm<sup>2</sup> de área foliar. A

seguir, os discos foliares foram colocados dentro de um tubo de ensaio identificado, sendo adicionado 2 mL de hexano a cada tubo. Em seguida, procedia-se à agitação dos tubos em agitador tipo vórtex, por 40 segundos, para ocorrer a extração do zingibereno. Posteriormente, realizava-se a leitura de absorvância do comprimento de onda de 270 nm, em espectrofotômetro, sendo esta absorvância diretamente proporcional ao teor de zingibereno presente nas amostras. De acordo com Freitas et al. (2000a), esta metodologia é altamente correlacionada (85%) com o método da cromatografia líquida de alta performance (HPLC).

Após terminada a quantificação, as 6 plantas que apresentaram os teores mais elevados de ZGB, bem como as 4 que obtiveram os teores mais baixos, foram clonadas por estaquia, por meio de enraizamento dos brotos axilares. As estacas foram plantadas em bandejas de 128 células, preenchidas com substrato comercial. As bandejas foram mantidas em casa-de-vegetação e irrigadas manualmente, até o enraizamento das estacas.



**Figura 2.** Ensaio de quantificação de zingibereno. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

#### 4.3.2 Ensaio de resistência ao ácaro-rajado

Os genótipos selecionados com teores contrastantes de ZGB foram avaliados, juntamente com os parentais, quanto à resistência ao ácaro-rajado utilizando-se o procedimento conhecido como ‘corrida do ácaro’, proposto por Weston e Snyder (1990). Este ensaio foi realizado em quintuplicata.

Primeiramente, de cada genótipo, coletou-se um folíolo jovem totalmente expandido, retirado do terço superior da planta. Os folíolos coletados foram fixados em uma folha de papel sulfite, com auxílio de uma tachinha metálica, com a face abaxial do folíolo voltada para cima. Em seguida, foram liberados 10 ácaros fêmea adultos sobre cada tachinha, utilizando-se um pincel. Realizou-se, então, a leitura da distância percorrida pelos ácaros após 20, 40 e 60 minutos, em relação ao centro da tachinha, em milímetros, com auxílio de uma régua. Quando o ácaro saía do folíolo, considerava-se como distância percorrida pelo ácaro a máxima distância existente entre o centro da tachinha e a extremidade do folíolo.

#### 4.3.3 Ensaio de resistência à traça-do-tomateiro

Com o objetivo de avaliar a resistência dos genótipos contrastantes quanto ao teor de ZGB contra a traça-do-tomateiro, foi instalado um experimento em casa-de-vegetação, no Setor de Olericultura do Departamento de Agronomia da UNICENTRO. Para esta finalidade, foram utilizados vasos de polipropileno com 11 dm<sup>3</sup> de capacidade, preenchidos com solo recolhido de canteiros não utilizados, próximos ao local do experimento. Os vasos foram adubados com um composto orgânico, misturado com o solo na proporção aproximada de 5:1. As adubações químicas, de base e de cobertura, foram realizadas de acordo com as recomendações para a cultura.

O experimento foi conduzido utilizando-se delineamento em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições, totalizando 40 vasos, sendo cada parcela constituída por 1 planta (1 vaso). Para implantação do experimento, foram utilizadas mudas provenientes do enraizamento de estacas axilares, conforme descrito no subitem 4.3.1. O transplântio para os vasos ocorreu no dia 6 de julho de 2014. As plantas foram tutoradas com auxílio de bambu e fita plástica, e irrigadas manualmente durante o período de condução do experimento.

As plantas foram infestadas naturalmente, dentro da casa-de-vegetação. Foram realizadas contagens de ovos e lagartas de traça, aos 30, 45, 70 e 80 dias após o transplântio. Em cada avaliação, o procedimento consistiu na coleta de 3 folíolos jovens totalmente

expandidos por planta, de cada terço (superior, médio e inferior). As folhas a partir das quais ocorreu a retirada dos folíolos foram identificadas com lã vermelha, para que nas avaliações seguintes os folíolos fossem retirados dos mesmos locais. Os folíolos foram acondicionados em caixas de gerbox identificadas, e em seguida conduzidos ao laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Agronomia da UNICENTRO. As áreas de cada folíolo foram medidas com auxílio de um integrador de área foliar de bancada. Em seguida, foi realizada a contagem do número de ovos e lagartas de traça, com auxílio de uma lupa manual. O número de ovos e lagartas obtido em cada contagem foi dividido pela área do respectivo folíolo, em  $\text{cm}^{-2}$ .

A severidade dos danos provocados pela traça foi avaliada por meio de uma escala de notas, proposta por Barbosa (1994) e Labory (1996), citada por Pereira et al. (2008), conforme segue: A) Intensidade de danos nas plantas: 0– nenhum dano; 1– lesões pequenas (0,1 a 5% de dano); 2– lesões pequenas e não coalescentes (5,1 a 20% de dano); 3– lesões médias a grandes (20,1 a 50% de dano); 4– lesões grandes e coalescentes (50,1 a 80% de danos); 5- plantas totalmente destruídas (acima de 80% de danos). B) Tipos de lesões nos folíolos: 0- sem lesões; 1- poucas e pequenas lesões; 2- lesões pequenas e médias; 3- lesões de tamanho médio, sem coalescência; 4- lesões grandes e coalescentes, folíolos deformados; 5- folíolo totalmente destruído. C) Porcentagem de folíolos atacados: 0- sem folíolos atacados; 1- 0,1 a 5% de folíolos atacados; 2- 5,1 a 20% de folíolos atacados; 3- 20,1 a 50% de folíolos atacados; 4- 50,1 a 80% de folíolos atacados; 5- mais de 80% dos folíolos danificados.

Foram realizadas 4 avaliações, nos dias 20 e 27 de agosto, e também nos dias 3 e 10 de setembro de 2014. Os valores foram obtidos por meio das médias das notas fornecidas por 4 avaliadores, previamente treinados para realizar este procedimento.

Os danos provocados pela traça também foram avaliados obtendo-se a porcentagem média de área foliar destruída em cada tratamento. Primeiramente, de cada planta, foram coletadas três folhas inteiras, de cada terço (superior, médio e inferior). As folhas foram acondicionadas em sacolas plásticas identificadas, tomando-se o cuidado para deixar as folhas dos terços superior, médio e inferior sempre na mesma ordem. Em seguida, as amostras foram conduzidas ao laboratório. De cada folha, foram retirados os seis folíolos localizados na porção distal. Em seguida, os folíolos foram digitalizados com auxílio de um scanner de bancada, acoplado em um microcomputador. As imagens obtidas foram salvas utilizando-se resolução de 200 DPI, sendo finalmente analisadas com auxílio do programa Quant 1.0.1., por meio do qual obtiveram-se as porcentagens de área foliar consumidas pelas lagartas.

#### 4.3.4 Ensaio de resistência à mosca-branca

Com o objetivo de avaliar os genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de ZGB, bem como as testemunhas de baixo e alto teor de ZGB, quanto à resistência à mosca-branca, foi instalado um ensaio utilizando-se delineamento em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições, sendo que cada parcela foi constituída por 1 planta (1vaso).

Utilizaram-se mudas provenientes de enraizamento de brotos axilares, da mesma forma como descrito anteriormente. O transplântio ocorreu no dia 11 de outubro de 2014. As plantas foram inicialmente mantidas em casa-de-vegetação, tutoradas com bambu e fita plástica e irrigadas manualmente. Nos primeiros dias após o transplântio, realizou-se controle fitossanitário, no intuito de controlar uma provável infestação de traça-do-tomateiro, bem como pequenos focos de requeima (*Phytophthora infestans*). O controle fitossanitário foi interrompido doze dias antes da submissão das plantas à infestação com a mosca-branca.

As plantas foram infestadas no dia 25 de novembro de 2014. Para promover a infestação, foram utilizadas algumas plantas de genótipos F<sub>2</sub> de tomateiro provenientes do cruzamento anterior realizado entre *S. habrochaites* PI-127826 e *S. lycopersicum* cv. 'Redenção', com suscetibilidade comprovada à mosca-branca (LIMA, 2014), além de uma planta de cada uma das seguintes espécies: feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), caruru (*Amaranthus deflexus*) e erva-cidreira (*Melissa officinalis*), também suscetíveis à mosca-branca. Estas plantas foram espalhadas uniformemente no meio e ao redor do experimento, promovendo a infestação.

Realizaram-se quatro contagens de ovos e ninfas de mosca-branca, a partir do 6º dia após a infestação. As contagens foram efetuadas diariamente, devido à elevada infestação de *T. absoluta* presente naquele momento na casa-de-vegetação e a dificuldade obtida no controle desta praga. Em cada avaliação, foram coletados três folíolos jovens totalmente expandidos de cada planta, dos terços superior, médio e inferior. As folhas nas quais era realizada as coletas de folíolos foram identificadas com fragmentos de lã branca, a fim de que as próximas coletas fossem realizadas nos mesmos locais. Os folíolos coletados foram acondicionados em caixas de gerbox identificadas e conduzidos ao laboratório, onde foram realizadas as contagens de ovos e ninfas, com auxílio de microscópio estereoscópico. As contagens foram efetuadas utilizando-se a parte proximal da face abaxial de cada folíolo, em uma área de 4 cm<sup>2</sup>, excluindo-se a nervura central.

#### 4.4. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de variâncias. Nos casos em que estas condições foram atendidas, realizou-se análise de variância, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008). Para os dados do teste de resistência ao ácaro-rajado e contagem de lagartas de traça-do-tomateiro, foi utilizada transformação por raiz quadrada ( $x^{1/2}$ ). As médias de porcentagem de área foliar consumida pela traça-do-tomateiro foram submetidas à transformação logarítmica ( $\log x$ ). As médias de número de ovos de mosca branca, por sua vez, foram transformados por meio da fórmula  $\log(x + 1)$ . Já com relação às variáveis número de ovos de traça-do-tomateiro  $\text{cm}^{-2}$ , e número de ninfas de mosca-branca  $4 \text{ cm}^{-2}$ , a comparação entre os tratamentos foi feita por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software Assistat 7.7 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2009).

Para as variáveis submetidas à análise de variância, foram realizadas análises de correlação de Pearson entre os teores médios de ZGB e cada variável estudada, com auxílio do programa estatístico Assistat 7.7 Beta, com a finalidade de se apurar a existência de relação entre os teores médios de ZGB de cada genótipo e as variáveis estudadas. Também se efetuou análises de correlação de Pearson entre os resultados obtidos para porcentagem de área foliar consumida pela traça-do-tomateiro e as médias das três variáveis fornecidas por meio de escala de notas (intensidade de danos nas plantas, tipos de lesões nos folíolos e porcentagem de folíolos atacados), usando-se o mesmo software estatístico. Com relação às variáveis analisadas por meio de teste não paramétrico, foram obtidas correlações de Spearman entre os teores médios de ZGB e os resultados obtidos para cada tratamento, por intermédio do software Action.

Foram estimados os contrastes de interesse para cada variável estudada, incluindo os genótipos  $F_2RC_1$  com teores contrastantes de ZGB e as testemunhas para alto e baixo teor de ZGB, por meio do software Sisvar (FERREIRA, 2008).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Teor de zingibereno

Por meio do ensaio de quantificação de ZGB, foram selecionados seis genótipos  $F_2RC_1$  com alto teor de ZGB (RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-185, RVTZ 2011-079-335, RVTZ 2011-079-345, RVTZ 2011-079-385 e RVTZ 2011-079-503), com valores de absorvância de 0,216, 0,346, 0,216, 0,197, 0,219 e 0,285, respectivamente, e quatro com baixo teor desta substância (RVTZ 2011-079-417, RVTZ 2011-331-460, RVTZ 2011-079-538 e RVTZ 2011-079-548), apresentando, respectivamente, os valores de absorvância de 0,038, 0,039, 0,029 e 0,025.

Todas as plantas  $F_2RC_1$  selecionadas para alto teor de ZGB foram provenientes de apenas um dos quatro genótipos utilizados como genitor masculino nos cruzamentos, no caso, RVTZ 2011 pl#79. Este genótipo foi selecionado por Lima (2014), tendo apresentado bons níveis de resistência à traça-do-tomateiro (*T. absoluta*), aos 50 dias após a infestação, e à mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), não diferindo da testemunha silvestre PI-127826. No trabalho citado, este genótipo foi também um dos mais resistentes ao ácaro-rajado, porém diferindo estatisticamente de PI-127826, apresentando distâncias percorridas pelos ácaros de 10,25 e 8,16 mm, nos tempos de 20 e 60 minutos, contra 0,73 e 1,03 mm, obtidos nos folíolos de PI-127826.

Com relação às quatro plantas de baixo teor de ZGB avaliadas quanto à resistência ao ácaro-rajado, no presente trabalho, uma delas (RVTZ 2011-079-417) teve o genótipo RVTZ 2011 pl#79 como genitor recorrente, enquanto as outras três (RVTZ 2011-331-460, RVTZ 2011-331-538 e RVTZ 2011-331-548) foram originadas a partir do acesso RVTZ 2011 pl#331. Como a planta matriz do genótipo RVTZ 2011-331-538 foi perdida após o ensaio de resistência ao ácaro-rajado, ela foi substituída pelo acesso RVTZ 2011-331-524, a qual foi proveniente do mesmo genitor masculino.

### 5.2. Ácaro-rajado

Houve diferença significativa entre os genótipos avaliados para as distâncias médias percorrida pelos ácaros nos folíolos (Tabela 1). No tempo de 20 minutos, dois dos genótipos avaliados (RVTZ 2011-079-345 e RVTZ 2011-079-503) obtiveram distâncias médias percorridas pelos ácaros que não diferiram estatisticamente da testemunha para alto teor de



ZGB, PI-127826 (1,95 mm e 1,3 mm, contra 1,22 mm na testemunha). No tempo de 40 minutos, cinco das plantas com elevado teor de ZGB apresentaram distâncias médias percorridas que não diferiram do parental silvestre (RVTZ 2011-079-345, RVTZ 2011-079-503, RVTZ 2011-079-185, RVTZ 2011-079-117 e RVTZ 2011-079-335), com 1,8, 2,22, 3,64, 3,83 e 6,28 mm, respectivamente, sendo 2,22 mm a distância média percorrida pelos ácaros na testemunha silvestre. No tempo de 60 minutos, os genótipos que não diferiram da testemunha silvestre foram RVTZ 2011-079-345, RVTZ 2011-079-503 e RVTZ 2011-079-185, com valores médios de distâncias percorridas pelos ácaros de 2,56, 2,66 e 4,53 mm. A testemunha *S. habrochaites* PI-127826 obteve um valor médio de deslocamento dos ácaros de 2,7 mm, aos 60 minutos. No parental comercial *S. lycopersicum* cv. 'Redenção' os ácaros tiveram os deslocamentos de maior magnitude, com 33,58 mm, 32,46 mm e 34,9 mm, nos tempos de 20, 40 e 60 minutos.

Houve correlação significativa e inversamente proporcional entre teor de ZGB e as distâncias médias percorridas pelos ácaros em folíolos de tomateiro. A média do grupo das plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com alto teor de ZGB, por sua vez, não diferiu da testemunha silvestre PI-127826. No grupo das plantas de alto teor de ZGB, a magnitude dos deslocamentos dos ácaros nos folíolos foi significativamente inferior em relação ao grupo dos genótipos de baixo teor do aleloquímico.

Os resultados obtidos no presente trabalho entram em acordo com os resultados apresentados por Gonçalves et al. (2006). Estes autores encontraram correlação positiva entre o teor do aleloquímico e resistência a *T. evansi* em genótipos originários do cruzamento interespecífico entre *S. habrochaites* var. *hirsutum* e *S. lycopersicum* TOM-556. Silva et al. (2009) observaram maior grau de repelência ao ácaro-rajado em genótipos duplos heterozigotos com alto teor de ZGB e acil-açúcares, em comparação com as testemunhas comerciais. Freitas et al. (2000b) obtiveram menores níveis de infestação de mosca-branca em genótipos F<sub>2</sub> ricos em ZGB em comparação com a testemunha para baixo teor de ZGB, e maiores em relação à testemunha para alto teor. Maluf et al. (2001) consideraram o ZGB como principal fator responsável pela resistência a *T. evansi* de híbridos interespecíficos originários do cruzamento de *S. habrochaites* var. *hirsutum* x *S. lycopersicum*.

**Tabela 1.** Teores de zingibereno e distâncias percorridas pelos ácaros após 20, 40 e 60 minutos de exposição à infestação, na face abaxial de folíolos de genótipos *S. habrochaites* PI – 127826, *S. lycopersicum* cv. ‘Redenção’, e genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de zingibereno. UNICENTRO, Guarapuava, PR, 2014.

| Genótipo   | Teor de zingibereno (270 nm) | Distância percorrida (mm) |                     |                     |
|--|------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
|  |                              | 20 min                    | 40 min              | 60 min              |
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826                 | 0,338                        | 1,22 a                    | 2,22 a              | 2,70 a              |
| RVTZ 2011-079-117 (alto)                         | 0,216                        | 2,46 b                    | 3,83 a              | 5,24 b              |
| RVTZ 2011-079-185 (alto)                         | 0,346                        | 3,10 b                    | 3,64 a              | 4,83 a              |
| RVTZ 2011-079-335 (alto)                         | 0,216                        | 4,71 b                    | 6,28 a              | 7,72 b              |
| RVTZ 2011-079-345 (alto)                         | 0,197                        | 1,95 a                    | 1,80 a              | 2,56 a              |
| RVTZ 2011-079-385 (alto)                         | 0,219                        | 10,8 c                    | 12,56 b             | 12,07 b             |
| RVTZ 2011-079-503 (alto)                         | 0,285                        | 1,30 a                    | 2,22 a              | 2,66 a              |
| RVTZ 2011-079-417 (baixo)                        | 0,038                        | 15,19 c                   | 16,26 b             | 17,26 c             |
| RVTZ 2011-331-460 (baixo)                        | 0,039                        | 21,63 d                   | 21,88 b             | 22,95 c             |
| RVTZ 2011-331-538 (baixo)                        | 0,029                        | 14,94 c                   | 19,77 b             | 19,71 c             |
| RVTZ 2011-331-548 (baixo)                        | 0,025                        | 22,86 d                   | 26,14 c             | 27,39 d             |
| <i>S. lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’            | 0,103                        | 33,58 e                   | 32,46 c             | 34,90 d             |
| <b>CV (%)</b>                                    | 84,56                        | 28,63                     | 24,87               | 24,94               |
| <b>Correlação</b>                                |                              | -0,82 **                  | -0,83 **            | -0,83 **            |
| <b>Identificação dos contrastes de interesse</b> |                              | <b>Estimativas</b>        |                     |                     |
| <b>Genótipos de alto vs. genótipos de baixo</b>  |                              | -14,6 **                  | -15,96 **           | -15,98 **           |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de alto</b>           |                              | -2,83 <sup>ns</sup>       | -2,84 <sup>ns</sup> | -3,15 <sup>ns</sup> |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de baixo</b>          |                              | -17,44 **                 | -18,79 **           | -19,13 **           |
| <b>Redenção vs. genótipos de alto</b>            |                              | 29,53 **                  | 27,41 **            | 29,05 **            |
| <b>Redenção vs. genótipos de baixo</b>           |                              | 14,92 **                  | 11,45 **            | 13,07 **            |

Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\*\*Correlação significativa pelo teste t de Student a 1% de probabilidade.

\*\*Contraste significativo pelo teste de Scheffé a 1% de probabilidade.

A resistência de plantas a insetos ou ácaros fitófagos mediada por teores elevados de ZGB tem sido associada aos mecanismos de resistência por antibiose e de não preferência para alimentação e oviposição (OLIVEIRA, 2014). Silva et al. (2013) observaram efeitos negativos sobre a longevidade e o desenvolvimento de pulgões da espécie *Myzus persicae* em

genótipos de tomateiro ricos em acil-açúcares, ZGB e 2-tridecanona, em comparação com duas testemunhas comerciais com baixo conteúdo destes compostos. Silva et al. (2009) constataram a presença tanto do mecanismo de resistência do tipo não preferência, por meio da redução da oviposição de mosca-branca, como de antibiose, com a redução da sobrevivência de ninfas deste inseto. Maruyama et al. (2002) compararam 6 genótipos comerciais e 10 materiais silvestres quanto à resistência ao ácaro-rajado, encontrando menor taxa de oviposição neste último grupo, no qual estava presente o acesso de *S. habrochaites* PI-127826.

A repelência a ácaros fitófagos intermediada por outros aleloquímicos também tem sido reportada. Aragão et al. (2002) encontraram maiores níveis de resistência ao ácaro-rajado em plantas com teores elevados de 2-TD provenientes do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *glabratum*, em comparação com linhagens que apresentavam baixos teores desta substância. Maluf et al. (2007) também obtiveram maiores níveis de resistência ao ácaro-rajado em plantas de tomateiro ricas em 2-TD, associando esta característica à presença de tricomas glandulares do tipo VI nos folíolos. Pereira et al. (2008), por sua vez, encontraram níveis de repelência ao ácaro vermelho em genótipos F<sub>3</sub>RC<sub>2</sub> com altos teores de AA semelhantes ao parental silvestre *S. pennellii* LA 716. Lucini et al. (2015) observaram que genótipos de tomateiro com elevados teores de AA apresentavam ambos os tipos de resistência ao ácaro-rajado, tanto de não preferência para alimentação e oviposição, quanto de antibiose, sendo que, nos testes sem chance de escolha, folíolos de genótipos com alto teor de AA apresentavam maior mortalidade de adultos e retardamento da eclosão dos ovos.

Fernandes et al. (2014) encontraram valores significativos para capacidade geral e específica de combinação entre genitores com características agrônomicas desejáveis e acessos com elevados teores de ZGB, dentre eles PI-127826, o qual foi recomendado para utilização em programas posteriores de melhoramento visando resistência a pragas e doenças, mediados por conteúdos elevados de ZGB. Outros trabalhos destacam a viabilidade da introgressão de genes promotores de resistência a insetos e ácaros fitófagos a partir de genótipos com teores elevados deste aleloquímico, tendo em vista que esta característica é herdável, podendo ser repassada para as progênes em programas de melhoramento convencional (FREITAS et al. 2000b, MALUF et al., 2001; FREITAS et al., 2002; GONÇALVES et al., 2006).

A correlação significativa obtida entre teor de ZGB e repelência ao ácaro-rajado no presente trabalho, bem como a presença de cinco genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com níveis de resistência

ao ácaro semelhantes ao parental silvestre, reforçam a viabilidade da utilização de genótipos com elevado conteúdo de ZGB como genitores em programas de melhoramento de tomateiro visando resistência a artrópodes-praga.

### 5.3 Traça-do-tomateiro

#### 5.3.1 Contagens de ovos e lagartas

Houve diferença significativa entre os genótipos avaliados com relação à oviposição pela traça-do-tomateiro nas 4 contagens realizadas (Tabela 2). Na primeira avaliação, o parental comercial “Redenção” e o genótipo RVTZ 2011-079-503 (alto teor) apresentaram as mais baixas taxas de oviposição, com 0,055 e 0,06 ovos  $\text{cm}^{-2}$ , respectivamente. Na segunda contagem, as menores taxas de oviposição foram apresentadas novamente por RVTZ 2011-079-503 (0,005 ovos  $\text{cm}^{-2}$ ) e pela cultivar “Redenção” (0,008 ovos  $\text{cm}^{-2}$ ). Na terceira contagem, destacaram-se com baixos números de ovos de traça a cultivar “Redenção” (0,01 ovo  $\text{cm}^{-2}$ ) e o acesso RVTZ 2011-331-524 (baixo teor), com média de 0,01 ovo  $\text{cm}^{-2}$ . Na última avaliação, destacaram-se com os menores números de ovos os acessos com baixo teor de ZGB (RVTZ 2011-331-548, RVTZ 2011-331-460 e RVTZ 2011-331-524), com 0, 0,003 e 0,003 ovos  $\text{cm}^{-2}$ , respectivamente. Isso pode ser explicado pelo fato de que, quando a última contagem de ovos foi realizada, os genótipos de alto teor de ZGB ainda apresentavam maior área foliar intacta em comparação com as plantas de baixo teor, sendo, portanto, mais atraentes para a oviposição e alimentação pela traça-do-tomateiro. Em nenhuma das contagens houve correlações significativas entre os teores médios de ZGB e a taxa de oviposição pela traça, nem mesmo valores de contrastes significativos entre as plantas de alto e baixo teor de ZGB, bem como entre estas e os parentais.

**Tabela 2.** Número de ovos de *T. absoluta* cm<sup>-2</sup> em genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de ZGB, e nos parentais silvestre e comercial. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2014.

| Genótipo                          | Teor de zingibereno (270 nm) | Nº de ovos cm <sup>-2</sup> |                          |                          |                          |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                   |                              | 1 <sup>a</sup> avaliação    | 2 <sup>a</sup> avaliação | 3 <sup>a</sup> avaliação | 4 <sup>a</sup> avaliação |
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826  | 0,338                        | 0,118 ab                    | 0,015 ab                 | 0,063 ab                 | 0,015 ab                 |
| RVTZ 2011-079-117 (alto)          | 0,216                        | 0,133 ab                    | 0,035 ab                 | 0,033 ab                 | 0,033 ab                 |
| RVTZ 2011-079-185 (alto)          | 0,346                        | 0,103 ab                    | 0,038 ab                 | 0,045 ab                 | 0,018 ab                 |
| RVTZ 2011-079-335 (alto)          | 0,216                        | 0,098 ab                    | 0,008 ab                 | 0,103 b                  | 0,025 ab                 |
| RVTZ 2011-079-345 (alto)          | 0,197                        | 0,085 ab                    | 0,038 ab                 | 0,078 ab                 | 0,008 ab                 |
| RVTZ 2011-079-503 (alto)          | 0,285                        | 0,060 a                     | 0,005 a                  | 0,028 ab                 | 0,045 ab                 |
| RVTZ 2011-331-460 (baixo)         | 0,039                        | 0,070 ab                    | 0,052 b                  | 0,020 ab                 | 0,003 ab                 |
| RVTZ 2011-331-524 (baixo)         | 0,038                        | 0,088 ab                    | 0,020 ab                 | 0,010 a                  | 0,003 ab                 |
| RVTZ 2011-331-548 (baixo)         | 0,025                        | 0,163 b                     | 0,038 ab                 | 0,040 ab                 | 0,000 a                  |
| <i>S. lycopersicum</i> ‘Redenção’ | 0,103                        | 0,055 a                     | 0,008 a                  | 0,010 a                  | 0,040 b                  |
| <b>Correlação</b>                 |                              | 0,05 <sup>ns</sup>          | -0,26 <sup>ns</sup>      | 0,48 <sup>ns</sup>       | 0,55 <sup>ns</sup>       |

Médias de tratamentos seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Estes resultados discordam daqueles obtidos em diversos trabalhos que envolveram estudos de resistência à *T. absoluta* em genótipos de tomateiro, mediado por aleloquímicos. Oliveira et al. (2012) avaliaram genótipos ricos em AA, ZGB e 2-TD, e observaram que materiais ricos em aleloquímicos foram menos atrativos à oviposição quando comparados com duas testemunhas comerciais (*S. lycopersicum* TOM-584 e TOM-679), incluindo um acesso rico em ZGB (ZGB-703). Maluf et al. (2010) avaliaram 16 genótipos de tomateiro, incluindo duas linhagens homozigotas com alto teor de ZGB e duas com elevado teor de AA, dois híbridos F<sub>1</sub> com elevado conteúdo de ZGB e dois com elevado AA, quatro híbridos F<sub>1</sub> com elevado teor de ambos, ZGB e AA, duas testemunhas comerciais com baixo conteúdo dos dois aleloquímicos (Débora Max e TOM-684) e as testemunhas silvestres para alto teor de ZGB (*S. habrochaites* PI-127826) e de AA (*S. pennellii* LA-716). Estes autores verificaram

que todos os genótipos com alto teor de ZGB ou de AA, ou de ambas as substâncias, apresentaram menor número de ovos  $2 \text{ cm}^{-2}$  de área foliar em comparação com os genótipos comerciais, porém maior número de ovos em comparação com as testemunhas silvestres. Gonçalves Neto et al. (2010), por exemplo, observaram taxa de oviposição de traça-do-tomateiro inversamente proporcional aos teores de AA em genótipos  $F_2RC_3$  com teores contrastantes deste aleloquímico.

Em alguns trabalhos não se observou influência do conteúdo de aleloquímicos sobre a preferência para oviposição pela traça. Gilardón et al. (2001), por exemplo, não encontraram diferenças significativas entre tomateiros comerciais e tomateiros silvestres com elevada concentração de 2-TD, quanto à preferência para oviposição pela traça-do-tomateiro. Da mesma forma, Boiça Júnior et al. (2012) avaliaram uma cultivar de tomateiro comercial (Santa Clara), cinco híbridos comerciais, duas linhagens de *S. habrochaites* e duas de *S. pimpinellifolium* quanto à preferência pela oviposição por *T. absoluta*, em testes com e sem chance de escolha, e não encontraram diferença significativa entre os genótipos comerciais e as linhagens silvestres para esta variável. Resende et al. (2006), por sua vez, obtiveram menor oviposição no terço médio de plantas  $F_2RC_1$  ricas em AA, provenientes do cruzamento interespecífico *S. pennellii* LA-716 x *S. lycopersicum* TOM-584, em comparação com duas testemunhas comerciais e um genótipo  $F_2RC_1$  com baixo teor de AA. Os mesmos autores, entretanto, não encontraram diferença significativa para número de ovos de traça nos terços superior e inferior destas plantas.

Na primeira contagem de lagartas de traça-do-tomateiro (Tabela 3), a testemunha comercial “Redenção”, a testemunha silvestre PI-127826 e o genótipo RVTZ 2011-079-335 (alto teor) compuseram o grupo com os menores valores médios (0,025, 0,030 e 0,033 lagartas  $\text{cm}^{-2}$ , respectivamente). Na segunda avaliação, o parental silvestre PI-127826 apresentou a média mais baixa para esta variável (0,030 lagartas  $\text{cm}^{-2}$ ), formando um grupo de médias isolado. Na terceira contagem, os menores números de lagartas foram encontrados na testemunha silvestre (0,033 lagartas  $\text{cm}^{-2}$ ) e no acesso de baixo teor RVTZ 2011-331-524 (0,045 lagartas  $\text{cm}^{-2}$ ). Na última contagem de lagartas, PI-127826 apresentou o valor mais baixo (0,070 lagartas  $\text{cm}^{-2}$ ). Os genótipos RVTZ 2011-079-185, RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-345 (alto teor de ZGB) e RVTZ 2011-331-548 (baixo teor de ZGB) também obtiveram números baixos de lagartas na última avaliação (0,125, 0,140, 0,160 e 0,130 lagartas  $\text{cm}^{-2}$ , respectivamente), porém diferindo estatisticamente da testemunha silvestre.

Não foram identificadas correlações significativas entre teores médios de ZGB e a variável número de lagartas  $\text{cm}^{-2}$ . Com relação aos contrastes (Tabela 4), na terceira

contagem, os genótipos de alto teor de ZGB apresentaram valores médios significativamente mais elevados que os genótipos de baixo teor de ZGB. Este fato pode ser explicado pela presença de grande número de lagartas em estágios iniciais de desenvolvimento nestas plantas, enquanto nos genótipos com baixo teor de ZGB as lagartas se encontravam mais desenvolvidas, ou mesmo já haviam passado para as fases de pupa ou adulto, deixando apenas as lesões nos folíolos.

**Tabela 3.** Número de lagartas de *T. absoluta* cm<sup>-2</sup> em genótipos com teores contrastantes de ZGB, e nos parentais silvestre e comercial. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Genótipo                          | Teor de zingibereno (270 nm) | Nº de lagartas cm <sup>-2</sup> |                     |                    |                     |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                                   |                              | 1ª avaliação                    | 2ª avaliação        | 3ª avaliação       | 4ª avaliação        |
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826  | 0,338                        | 0,030 a                         | 0,030 a             | 0,033 a            | 0,070 a             |
| RVTZ 2011-079-117 (alto)          | 0,216                        | 0,055 b                         | 0,090 b             | 0,073 b            | 0,140 b             |
| RVTZ 2011-079-185 (alto)          | 0,346                        | 0,080 b                         | 0,278 c             | 0,153 c            | 0,125 b             |
| RVTZ 2011-079-335 (alto)          | 0,216                        | 0,033 a                         | 0,090 b             | 0,070 b            | 0,250 c             |
| RVTZ 2011-079-345 (alto)          | 0,197                        | 0,093 b                         | 0,248 c             | 0,090 b            | 0,160 b             |
| RVTZ 2011-079-503 (alto)          | 0,285                        | 0,063 b                         | 0,143 b             | 0,230 d            | 0,228 c             |
| RVTZ 2011-331-460 (baixo)         | 0,039                        | 0,100 b                         | 0,233 c             | 0,045 a            | 0,260 c             |
| RVTZ 2011-331-524 (baixo)         | 0,038                        | 0,090 b                         | 0,258 c             | 0,063 b            | 0,215 c             |
| RVTZ 2011-331-548 (baixo)         | 0,025                        | 0,098 b                         | 0,133 b             | 0,080 b            | 0,130 b             |
| <i>S. lycopersicum</i> 'Redenção' | 0,103                        | 0,025 a                         | 0,093 b             | 0,290 e            | 0,330 d             |
| <b>CV (%)</b>                     | 84,56                        | 30,99                           | 19,67               | 11,54              | 10,65               |
| <b>Correlação</b>                 |                              | -0,44 <sup>ns</sup>             | -0,32 <sup>ns</sup> | 0,13 <sup>ns</sup> | -0,49 <sup>ns</sup> |

Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.  
<sup>ns</sup> Não significativo.

**Tabela 4.** Estimativas dos contrastes de interesse entre os grupos analisados, para a variável número de lagartas de *T. absoluta* cm<sup>-2</sup>. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Contraste                                       | 1ª avaliação        | 2ª avaliação        | 3ª avaliação        | 4ª avaliação        |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Genótipos de alto vs. genótipos de baixo</b> | -0,03 <sup>ns</sup> | -0,03 <sup>ns</sup> | 0,06 <sup>**</sup>  | -0,02 <sup>ns</sup> |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de alto</b>          | -0,03 <sup>ns</sup> | -0,14 <sup>**</sup> | -0,09 <sup>**</sup> | -0,11 <sup>**</sup> |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de baixo</b>         | -0,07 <sup>ns</sup> | -0,18 <sup>**</sup> | -0,03 <sup>ns</sup> | -0,13 <sup>**</sup> |
| <b>Redenção vs. genótipos de alto</b>           | -0,04 <sup>ns</sup> | -0,08 <sup>ns</sup> | 0,17 <sup>**</sup>  | 0,14 <sup>**</sup>  |
| <b>Redenção vs. genótipos de baixo</b>          | -0,07 <sup>ns</sup> | -0,12 <sup>ns</sup> | 0,23 <sup>**</sup>  | 0,13 <sup>**</sup>  |

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scheffé.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Picanço et al. (1995) compararam acessos de *S. lycopersicum*, *S. habrochaites* e *S. peruvianum* com relação ao número de minas pequenas, médias e grandes formados pela traça nos terços inferior, médio e superior da planta, e verificaram que as plantas de *S. habrochaites* apresentaram maior número de minas pequenas e médias no terço inferior (menores de 1 cm de comprimento), enquanto *S. lycopersicum* apresentou maior número de minas grandes (maiores que 1 cm). Os autores chegaram à conclusão que a espécie *S. habrochaites*, rica em 2-TD e 2-undecanona, apresentou mecanismo de resistência por antibiose, sendo que seus compostos voláteis atuavam no sentido de diminuir a alimentação e retardar o desenvolvimento das lagartas, e não de impedir a oviposição ou o início da alimentação. Da mesma forma, Boiça Júnior et al. (2012) observaram que os voláteis emitidos nos folíolos de tomateiros silvestres não influenciaram a escolha e o início da alimentação pelas lagartas. Entretanto, houve diferença expressiva no tempo de permanência das lagartas nos folíolos de diferentes genótipos, sendo que nas testemunhas comerciais as lagartas permaneciam por mais tempo e consumiam uma massa foliar maior do que nos acessos silvestres *S. habrochaites* e *S. pimpinellifolium*.

Estes fatos também podem se apoiar nos resultados encontrados por Suinaga et al. (2003), os quais verificaram que no acesso PI-127826 houve menor formação de minas grandes, maiores que 0,5 cm, em comparação com dois dos 4 genótipos comerciais testados, e elevada mortalidade de lagartas (75 %) e de pupas (79,25 %), enquanto nos acessos comerciais todas as lagartas e pupas sobreviveram.

É possível que aspectos biológicos relacionados à traça-do-tomateiro tenham influenciado os resultados. Coelho e França (1987) observaram uma variação entre 78,7% e



95%, com relação à viabilidade de ovos de traça, e entre 3,5 e 6,1 dias, para o período de incubação. Estes autores também encontraram uma elevada mortalidade de lagartas logo após a eclosão. Sendo assim, o fato de alguns genótipos no presente trabalho terem apresentado médias baixas para números de ovos e de lagartas nas primeiras avaliações, e médias comparativamente elevadas nas últimas, como foi o caso da cultivar Redenção, pode estar relacionado com fatores como a porcentagem de eclosão dos ovos e duração da fase de lagarta. Moreira et al. (2004) verificaram que o caractere que mais contribuiu para a dissimilaridade genética em populações de *Tuta absoluta* infestando plantas de *S. habrochaites* var. *typicum* PI-126445 foi a mortalidade de lagartas. Moreira et al. (2005) observaram que esta característica foi a que mais divergiu entre genótipos ricos em 2-TD, 2-UD e sesquiterpenos, como o ZGB, e variedades comerciais com baixa presença destes aleloquímicos. A idade da planta (Freitas et al., 2000a) é outro fator que interfere na concentração de ZGB, desencadeando efeitos sobre a resistência a artrópodes-praga.

### 5.3.2 Avaliações por escala de notas

As médias das notas obtidas para intensidade de danos nas plantas, tipos de lesões nos folíolos e porcentagem de folíolos atacados demonstraram haver diferenças na suscetibilidade ao ataque da traça entre os genótipos avaliados, bem como entre os grupos de interesse.

Para a variável intensidade de danos nas plantas (Tabela 5), na primeira avaliação as menores médias foram observadas pelos parentais silvestre e comercial, e pelos genótipos RVTZ 2011-079-335 e RVTZ 2011-079-503. Os genótipos de baixo teor de ZGB, por sua vez, obtiveram as médias mais altas já na primeira avaliação, diferindo significativamente dos demais tratamentos. A partir da segunda avaliação, o parental silvestre PI-127826 passou a apresentar as médias mais baixas. O genótipo RVTZ 2011-079-503 apresentou bom nível de resistência ao ataque da traça na segunda e na terceira avaliação, tendo sofrido, porém, ataque mais severo na última avaliação. Nesta, PI-127826, juntamente com os acessos RVTZ 2011-079-117 e RVTZ 2011-079-335 apresentaram os níveis de danos mais baixos, sendo que esta última não diferiu estatisticamente de PI-127826. Os genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> selecionados para baixo teor de ZGB, juntamente com a testemunha comercial, formaram o grupo de médias com as notas mais altas para intensidade de danos nas plantas, na quarta e última avaliação.

As estimativas de correlações entre os teores médios de ZGB nos genótipos e as médias das notas para intensidade de danos nas plantas demonstraram haver correlação significativa e negativa entre as duas variáveis a partir da segunda avaliação, levando

indicando que genótipos com teores elevados de ZGB apresentaram maior resistência aos danos provocados pela traça, tendo este fato ficado mais visível após períodos mais prolongados de infestação.

**Tabela 5.** Médias de notas para intensidade de danos nas plantas, provocados por *T. absoluta*, em genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de ZGB e nas testemunhas silvestre e comercial. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2014.

| Genótipos                         | Teor de zingibereno (270 nm) | Intensidade de danos nas plantas |                          |                          |                          |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                   |                              | 1 <sup>a</sup> avaliação         | 2 <sup>a</sup> avaliação | 3 <sup>a</sup> avaliação | 4 <sup>a</sup> avaliação |
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826  | 0,338                        | 0,88 a                           | 1,00 a                   | 1,00 a                   | 1,31 a                   |
| RVTZ 2011-079-117 (alto)          | 0,216                        | 2,08 b                           | 2,08 b                   | 2,58 c                   | 2,42 b                   |
| RVTZ 2011-079-185 (alto)          | 0,346                        | 2,63 b                           | 2,81 c                   | 3,31 c                   | 3,50 c                   |
| RVTZ 2011-079-335 (alto)          | 0,216                        | 1,06 a                           | 1,19 a                   | 1,25 a                   | 1,34 a                   |
| RVTZ 2011-079-345 (alto)          | 0,197                        | 2,08 b                           | 2,50 b                   | 3,00 c                   | 3,19 c                   |
| RVTZ 2011-079-503 (alto)          | 0,285                        | 1,06 a                           | 1,44 a                   | 2,17 b                   | 3,00 c                   |
| RVTZ 2011-331-460 (baixo)         | 0,039                        | 3,19 c                           | 3,38 c                   | 3,88 d                   | 4,33 d                   |
| RVTZ 2011-331-524 (baixo)         | 0,038                        | 3,06 c                           | 2,94 c                   | 3,44 c                   | 3,83 d                   |
| RVTZ 2011-331-548 (baixo)         | 0,025                        | 3,19 c                           | 2,75 c                   | 3,94 d                   | 4,38 d                   |
| <i>S. lycopersicum</i> ‘Redenção’ | 0,103                        | 1,25 a                           | 2,42 b                   | 3,25 c                   | 4,42 d                   |
| <b>CV (%)</b>                     | 84,56                        | 18,79                            | 19,6                     | 18,61                    | 15,49                    |
| <b>Correlação</b>                 |                              | -0,62 <sup>ns</sup>              | -0,65 *                  | -0,69 *                  | -0,69 *                  |

Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\* Significativo pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Por meio das estimativas dos contrastes de interesse (Tabela 6), foi possível encontrar diferenças significativas para intensidade de danos nas plantas entre o grupo dos genótipos com teor elevado de ZGB e o das plantas com níveis baixos do aleloquímico, em todas as avaliações realizadas. Nas duas últimas avaliações, a testemunha de alto teor PI-127826

apresentou médias de intensidade de danos nas plantas significativamente inferiores inclusive em comparação com o grupo das plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teor alto de ZGB. Pelas estimativas dos contrastes, porém, a cultivar “Redenção” diferiu do grupo das plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> de alto teor de ZGB somente na última avaliação. Embora as plantas da testemunha comercial tenham levado algum tempo para apresentar danos mais severos, quando eles apareceram sua evolução foi muito rápida, levando mesmo à destruição total dos folíolos em algumas plantas.

**Tabela 6.** Estimativas dos contrastes de interesse para médias de intensidade de danos nas plantas provocados por *T. absoluta*. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Contraste                                       | 1ª avaliação        | 2ª avaliação        | 3ª avaliação       | 4ª avaliação       |
|---|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Genótipos de alto vs. genótipos de baixo</b> | -1,36 **            | -1,02 **            | -1,29 **           | -1,49 **           |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de alto</b>          | -0,91 <sup>ns</sup> | -1,00 <sup>ns</sup> | -1,46 **           | -1,38 **           |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de baixo</b>         | -2,27 **            | -2,02 **            | -2,75 **           | -2,87 **           |
| <b>Redenção vs. genótipos de alto</b>           | -0,53 <sup>ns</sup> | 0,41 <sup>ns</sup>  | 0,79 <sup>ns</sup> | 1,73 **            |
| <b>Redenção vs. genótipos de baixo</b>          | -1,90 **            | -0,6 <sup>ns</sup>  | -0,5 <sup>ns</sup> | 0,24 <sup>ns</sup> |

\*\* Significativo pelo teste de Scheffé a 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Com relação à variável tipo de lesões nos folíolos (Tabela 7), PI-127826 e RVTZ 2011-079-335 (alto teor de ZGB) formaram o grupo de médias com menores notas, nas quatro avaliações realizadas. Os genótipos RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-503 e RVTZ 2011-079-185 (alto teor) também obtiveram lesões de tamanho menor em comparação com os genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> de baixo teor de ZGB, em todas as avaliações. Estes, por sua vez, apresentaram lesões de maior tamanho e coalescentes, já desde a primeira avaliação. A testemunha comercial, por sua vez, assim como ocorrido com a variável intensidade de danos nas plantas, apresentou lesões pequenas e esparsas na primeira avaliação, mas que evoluíram rapidamente nas avaliações posteriores.

Já as correlações entre teores médios de ZGB e os tipos de lesões nos folíolos, embora não tenha apresentado valores significativos nas duas primeiras avaliações, evoluiu gradativamente, tendo sido maior na última avaliação. Por meio das estimativas dos contrastes de interesse (Tabela 8) foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores médios contrastantes de ZGB em todas as avaliações realizadas.

**Tabela 7.** Médias de notas para tipos de lesões nos folíolos provocadas por *T. absoluta* em genótipos com teores contrastantes de ZGB e nas testemunhas silvestre e comercial. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Genótipo                          | Teor de zingibereno (270 nm) | Tipos de lesões nos folíolos |                          |                          |                          |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                   |                              | 1 <sup>a</sup> avaliação     | 2 <sup>a</sup> avaliação | 3 <sup>a</sup> avaliação | 4 <sup>a</sup> avaliação |
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826  | 0,338                        | 1,06 a                       | 1,06 a                   | 1,06 a                   | 1,69 a                   |
| RVTZ 2011-079-117 (alto)          | 0,216                        | 2,42 b                       | 2,25 b                   | 2,50 b                   | 2,58 b                   |
| RVTZ 2011-079-185 (alto)          | 0,346                        | 3,13 c                       | 3,25 c                   | 3,44 c                   | 3,50 c                   |
| RVTZ 2011-079-335 (alto)          | 0,216                        | 1,38 a                       | 1,50 a                   | 1,56 a                   | 2,06 a                   |
| RVTZ 2011-079-345 (alto)          | 0,197                        | 2,81 b                       | 2,75 b                   | 3,06 c                   | 3,06 b                   |
| RVTZ 2011-079-503 (alto)          | 0,285                        | 1,25 a                       | 1,44 a                   | 2,25 b                   | 3,00 b                   |
| RVTZ 2011-331-460 (baixo)         | 0,039                        | 3,50 c                       | 3,38 c                   | 3,81 c                   | 4,17 d                   |
| RVTZ 2011-331-524 (baixo)         | 0,038                        | 3,44 c                       | 3,06 c                   | 3,50 c                   | 3,56 c                   |
| RVTZ 2011-331-548 (baixo)         | 0,025                        | 3,56 c                       | 3,38 c                   | 4,00 c                   | 4,31 d                   |
| <i>S. lycopersicum</i> 'Redenção' | 0,103                        | 1,42 a                       | 2,33 b                   | 3,42 c                   | 4,50 d                   |
| <b>CV (%)</b>                     | 84,56                        | 14,55                        | 16,41                    | 18,36                    | 16,95                    |
| <b>Correlação</b>                 |                              | -0,57 <sup>ns</sup>          | -0,62 <sup>ns</sup>      | -0,69 *                  | -0,70 *                  |

Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\* Significativo pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

**Tabela 8.** Estimativas dos contrastes de interesse para as médias de tipos de lesões nos folíolos provocadas por *T. absoluta*, fornecidas por escala de notas. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Contraste                                       | 1ª avaliação        | 2ª avaliação        | 3ª avaliação        | 4ª avaliação        |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Genótipos de alto vs. genótipos de baixo</b> | -1,30 **            | -1,03 **            | -1,21 **            | -1,17 **            |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de alto</b>          | -1,33 **            | -1,18 **            | -1,50 **            | -1,15 <sup>ns</sup> |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de baixo</b>         | -2,44 **            | -2,21 **            | -2,71 **            | -2,33 **            |
| <b>Redenção vs. genótipos de alto</b>           | -0,78 <sup>ns</sup> | 0,10 <sup>ns</sup>  | 0,85 <sup>ns</sup>  | 1,66 **             |
| <b>Redenção vs. genótipos de baixo</b>          | -2,08 **            | -0,94 <sup>ns</sup> | -0,35 <sup>ns</sup> | 0,49 <sup>ns</sup>  |

\*\* Significativo pelo teste de Scheffé, a 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Com relação às médias das notas fornecidas para porcentagem de folíolos atacados (Tabela 9), na primeira avaliação, entraram em destaque os tratamentos PI-127826, RVTZ 2011-079-335 e RVTZ 2011-079-503, com as menores porcentagens de folíolos com presença de danos provocados pela traça-do-tomateiro. Os genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com baixa concentração de ZGB apresentaram as maiores porcentagens de folíolos atacados já desde a primeira avaliação, diferindo dos demais tratamentos. Este cenário repetiu-se até a terceira avaliação. Na quarta, o genótipo RVTZ 2011-079-117 compôs um grupo de médias distinto, apresentando notas maiores apenas do que os tratamentos PI-127826 e RVTZ 2011-079-335. O parental *S. lycopersicum* cv. Redenção, por sua vez, integrou o grupo com as maiores porcentagens de folíolos atacados, juntamente com os genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> pobres em ZGB.

Com relação a esta variável, houve correlação significativa e negativa entre teores de ZGB e as médias das notas para porcentagem de folíolos atacados em todas as avaliações realizadas.

**Tabela 9.** Médias de notas para porcentagens de folíolos atacados por *T. absoluta*, em genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de ZGB e nas testemunhas silvestre e comercial. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Genótipo                          | Teor de zingibereno (270 nm) | Porcentagem de folíolos atacados |              |              |              |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                   |                              | 1ª avaliação                     | 2ª avaliação | 3ª avaliação | 4ª avaliação |
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826  | 0,338                        | 1,13 a                           | 1,13 a       | 1,13 a       | 1,63 a       |
| RVTZ 2011-079-117 (alto)          | 0,216                        | 2,33 b                           | 2,33 b       | 2,42 b       | 3,00 b       |
| RVTZ 2011-079-185 (alto)          | 0,346                        | 2,69 b                           | 3,17 c       | 3,56 c       | 3,88 c       |
| RVTZ 2011-079-335 (alto)          | 0,216                        | 1,19 a                           | 1,44 a       | 1,31 a       | 2,17 a       |
| RVTZ 2011-079-345 (alto)          | 0,197                        | 2,42 b                           | 3,06 c       | 3,50 c       | 3,69 c       |
| RVTZ 2011-079-503 (alto)          | 0,285                        | 1,19 a                           | 1,69 a       | 2,17 b       | 3,44 c       |
| RVTZ 2011-331-460 (baixo)         | 0,039                        | 4,00 c                           | 4,19 d       | 4,31 d       | 4,56 d       |
| RVTZ 2011-331-524 (baixo)         | 0,038                        | 3,56 c                           | 3,88 d       | 3,94 c       | 4,25 d       |
| RVTZ 2011-331-548 (baixo)         | 0,025                        | 3,88 c                           | 4,06 d       | 4,38 d       | 4,81 d       |
| <i>S. lycopersicum</i> 'Redenção' | 0,103                        | 1,92 b                           | 1,69 b       | 3,75 c       | 4,83 d       |
| <b>CV (%)</b>                     | 84,56                        | 18,51                            | 13,02        | 12,75        | 12,36        |
| <b>Correlação</b>                 |                              | -0,74 *                          | -0,71 *      | -0,72 *      | -0,72 *      |

Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.  
\*Significativo pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

As estimativas dos contrastes de interesse das médias de notas para porcentagens de folíolos atacados apontaram diferenças significativas para a maioria dos contrastes estudados (Tabela 10). Houve diferença entre os grupos de genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de ZGB, bem como entre PI-127826 e os genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com baixa concentração de ZGB, em todas as avaliações. A cultivar Redenção, por sua vez, embora tenha apresentado médias semelhantes às das plantas F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com alto conteúdo de ZGB nas duas primeiras avaliações, diferiu estatisticamente destas na 3ª e 4ª avaliações, com médias elevadas para a variável estudada.

**Tabela 10.** Estimativas dos contrastes de interesse para as médias de porcentagem de folíolos atacados por *T. absoluta*. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Contraste                                       | 1ª avaliação        | 2ª avaliação        | 3ª avaliação        | 4ª avaliação       |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| <b>Genótipos de alto vs. genótipos de baixo</b> | -1,85 **            | -1,70 **            | -1,62 **            | -1,31 **           |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de alto</b>          | -0,84 <sup>ns</sup> | -1,21 **            | -1,47 **            | -1,61 **           |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de baixo</b>         | -2,69 **            | -2,92 **            | -3,08 **            | -2,92 **           |
| <b>Redenção vs. genótipos de alto</b>           | -0,05 <sup>ns</sup> | -0,15 <sup>ns</sup> | 1,16 **             | 1,60 **            |
| <b>Redenção vs. genótipos de baixo</b>          | -1,90 **            | -1,85 **            | -0,46 <sup>ns</sup> | 0,29 <sup>ns</sup> |

\*\* Contraste significativo pelo teste de Scheffé a 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

A correlação inversa obtida entre concentração de ZGB e as variáveis intensidade de danos nas plantas, tipos de lesões nos folíolos e porcentagem de folíolos atacados, no presente estudo, concordam com os resultados obtidos em outros trabalhos. Azevedo et al. (2003) verificaram que acessos de tomateiro ricos em ZGB apresentaram valores médios para intensidade de danos nas plantas, tipos de lesões nos folíolos e porcentagem de folíolos atacados significativamente menores em comparação com uma testemunha comercial (*S. lycopersicum* TOM-556) e um genótipo F<sub>2</sub> com baixo teor de ZGB, e que não diferiram estatisticamente do parental silvestre *S. habrocaïtes* PI-127826. Assim como no presente trabalho, a diferença nos níveis de resistência entre o grupo de plantas com conteúdo elevado de ZGB e o grupo com baixo concentração deste aleloquímico foi mais expressiva na última avaliação. Ainda de acordo com estes autores, a variável porcentagem de folíolos atacados reflete a resistência do tipo não preferência para alimentação e oviposição (antixenose), enquanto tipos de lesões nos folíolos representa a deterrência provocada pela alimentação nestas plantas (antibiose) e intensidade de danos nas plantas está relacionada com ambos os tipos de resistência. Maluf et al. (2010), por sua vez, também realizaram avaliações por escala de notas, utilizando as mesmas variáveis utilizadas no presente trabalho, e verificaram que todos os genótipos de tomateiro ricos em ZGB apresentaram danos provocados pela traça significativamente menores quando comparados com duas testemunhas comerciais com baixa concentração deste aleloquímico (Débora Max e TOM-684), levando-se em consideração as variáveis intensidade de danos nas plantas e tipos de lesões nos folíolos. Em se tratando da porcentagem de folíolos atacados, entretanto, dois dentre os nove genótipos ricos em ZGB

testados, obtiveram valores que não diferiram estatisticamente das testemunhas comerciais. Oliveira et al. (2012) também obtiveram menores níveis de dano causados por pela *T. absoluta* em um genótipo melhorado para alto teor de ZGB (ZGB-703) em relação a duas testemunhas com baixo teor desta substância (*S. lycopersicum* TOM-584 e TOM-679), bem como resultados similares aos apresentados por genótipos ricos em AA e 2-TD.

### 5.3.3 Porcentagem de área foliar destruída

As estimativas das porcentagens de área foliar consumida pela traça, baseadas no cálculo da área foliar destruída a partir de imagens digitalizadas dos folíolos, foram obtidas depois de encerradas as avaliações por escala de notas (Tabela 11). Por meio destas estimativas, adquiriu destaque o genótipo RVTZ 2011 pl#335, o qual apresentou valores médios de porcentagem de área destruída (3,86%) que diferiram significativamente até mesmo da testemunha silvestre, *S. habrochaites* PI-127826, formando, portanto, um grupo de médias isolado. Por sua vez, PI-127826 compôs um grupo de médias juntamente com o genótipo RVTZ 2011-079-117 (alto teor), também apresentando baixas porcentagens de área foliar destruída pela traça (6,48 e 8,81%, respectivamente). O terceiro grupo de médias foi formado por três acessos com elevado conteúdo de ZGB (RVTZ 2011-079-185, RVTZ 2011-079-345 e RVTZ 2011-079-503) e um com baixo teor de ZGB (RVTZ 2011-331-524). É bom salientar que este último apresentou porcentagem média de área foliar destruída (32,01%) numericamente superior aos acessos ricos em ZGB, dentro dos quais nenhum genótipo obteve valor médio superior a 20%. O quarto grupo de médias, por sua vez, foi formado por dois acessos com baixa concentração de ZGB (RVTZ 2011-331-460 e RVTZ 2011-331-548) e pela testemunha comercial *S. lycopersicum* cv. 'Redenção', a qual apresentou a porcentagem de área foliar destruída mais elevada (77,79%). Obteve-se correlação significativa e inversa entre a variável estudada e o conteúdo médio de ZGB dos genótipos avaliados (67,42%).



**Tabela 11.** Porcentagem de área foliar consumida por *T. absoluta* em genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de ZGB e nas testemunhas silvestre e comercial. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| <b>Genótipo</b>                                  | <b>Teor de zingibereno</b> | <b>Área foliar destruída</b> |
|--|----------------------------|------------------------------|
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826                 | 0,338                      | 6,48 b                       |
| RVTZ 2011-079-117 (alto)                         | 0,216                      | 8,81 b                       |
| RVTZ 2011-079-185 (alto)                         | 0,346                      | 15,24 c                      |
| RVTZ 2011-079-335 (alto)                         | 0,216                      | 3,86 a                       |
| RVTZ 2011-079-345 (alto)                         | 0,197                      | 16,18 c                      |
| RVTZ 2011-079-503 (alto)                         | 0,285                      | 18,73 c                      |
| RVTZ 2011-331-460 (baixo)                        | 0,039                      | 42,54 d                      |
| RVTZ 2011-331-524 (baixo)                        | 0,038                      | 32,01 c                      |
| RVTZ 2011-331-548 (baixo)                        | 0,025                      | 67,08 d                      |
| <i>S. lycopersicum</i> ‘Redenção’                | 0,103                      | 77,79 d                      |
| <b>CV (%)</b>                                    | 84,56                      | 15,47                        |
| <b>Correlação</b>                                |                            | -0,67 *                      |
| <b>Identificação dos contrastes de interesse</b> |                            | <b>Estimativas</b>           |
| <b>Genótipos de alto vs. genótipos de baixo</b>  |                            | -34,64 **                    |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de alto</b>           |                            | -6,09 <sup>ns</sup>          |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de baixo</b>          |                            | -40,73 <sup>ns</sup>         |
| <b>Redenção vs. genótipos de alto</b>            |                            | 65,23 **                     |
| <b>Redenção vs. genótipos de baixo</b>           |                            | 30,58 <sup>ns</sup>          |

Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\* Correlação significativa pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

\*\* Contraste significativo pelo teste de Scheffé a 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Estes resultados entram em acordo com a maioria dos trabalhos realizados nos quais se objetivou obter resistência à traça-do-tomateiro mediada por conteúdos elevados de ZGB em plantas de tomateiro (PICANÇO et al., 1995; AZEVEDO et al., 2003; MALUF et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012). As causas do aumento da resistência à *T. absoluta* mediada por conteúdos elevados de ZGB podem estar associados a fatores como deterrência alimentar, mortalidade de lagartas e prolongamento da fase larval (COELHO e FRANÇA, 1987; SUINAGA et al., 2003).

A diminuição dos danos causados pela traça em tomateiro mediante a hibridação com acessos silvestres ricos em outros aleloquímicos também tem sido reportada. Maiores níveis de resistência à traça-do-tomateiro foram conseguidas por meio de hibridação com acessos silvestres ricos em acil-açúcares (RESENDE et al., 2006; PEREIRA et al., 2008; GONÇALVES NETO et al., 2010; MALUF et al., 2010; MACIEL et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012; DIAS et al., 2013) e 2-tridecanona (LABORY et al., 1999; NEVES et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2012).

Por meio das estimativas dos contrastes de interesse foram encontradas diferenças significativas somente entre os genótipos  $F_2RC_1$  com teores contrastantes de ZGB e entre a cultivar 'Redenção' e as plantas  $F_2RC_1$  com conteúdo elevado de ZGB.

Foram obtidas também correlações de Pearson entre as médias de área foliar consumida pela traça-do-tomateiro nos genótipos estudados (%), e as variáveis obtidas por meio de avaliações de escala de notas (intensidade de danos nas plantas, tipos de lesões nos folíolos e porcentagem de folíolos atacados) (Tabela 12).

Verificou-se um aumento gradativo na magnitude das correlações entre as médias de área foliar destruída (%) e as variáveis fornecidas por escala de notas, da primeira para a última avaliação. Enquanto nas duas primeiras avaliações não houve correlações significativas entre estas variáveis, estas foram significativas a 5% de probabilidade na 3ª avaliação, e a 1% de probabilidade na 4ª avaliação. Nesta última, as estimativas de correlação entre os métodos utilizados chegaram a 82, 88 e 83%, para intensidade de danos nas plantas, tipos de lesões nos folíolos e porcentagem de folíolos atacados, respectivamente. Estes resultados provavelmente ocorreram porque a coleta e digitalização das folhas para obtenção da área foliar consumida foi feita após a última avaliação por escala de notas, com intervalo de 3 dias, sendo as médias de porcentagem de área foliar destruída por *T. absoluta*, portanto, altamente correlacionados com os resultados obtidos para as variáveis fornecidas por escala de notas, na última avaliação por este método.

Neves et al. (2003) obtiveram valores de área foliar consumida por lagartas de traça-

do-tomateiro mantendo-se folíolos totalmente expandidos juntamente com lagartas de primeiro instar dentro de tubos de diálise, feitos com membrana de celulose e vedados nas extremidades, por um período de 15 dias, sendo a leitura da área foliar destruída realizada com auxílio de um paquímetro digital.

As elevadas estimativas de correlação encontradas entre o método do cálculo da porcentagem de área foliar destruída por meio de análise das imagens das folhas de tomateiro digitalizadas, e os resultados encontrados na última avaliação por escala de notas, no presente trabalho, indicam que as duas metodologias são viáveis para serem utilizadas em estudos com objetivo de se avaliar os danos provocados pela alimentação de lagartas de traça em plantas de tomateiro.

**Tabela 12.** Estimativas de correlações de Pearson obtidas entre o método do cálculo da porcentagem de área foliar destruída por *T. absoluta*, baseado na análise das imagens de folhas digitalizadas, e as três variáveis obtidas por meio de avaliações utilizando-se escala de notas. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Correlação   | 1ª Avaliação       | 2ª avaliação       | 3ª avaliação | 4ª avaliação |
|--|--------------------|--------------------|--------------|--------------|
| Área foliar destruída (%) e intensidade de danos nas     | 0,34 <sup>ns</sup> | 0,54 <sup>ns</sup> | 0,68 *       | 0,82 **      |
| Área foliar destruída (%) e tipos de lesões nos folíolos | 0,28 <sup>ns</sup> | 0,49 <sup>ns</sup> | 0,70 *       | 0,88 **      |
| Área foliar destruída (%) e porcentagem de folíolos      | 0,49 <sup>ns</sup> | 0,48 <sup>ns</sup> | 0,72 *       | 0,83 **      |

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

\* Significativo a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

A influência do ZGB sobre a redução dos danos diretos provocados pela traça, avaliados por meio da análise das imagens digitalizadas dos folíolos, ou por intermédio de avaliações com utilização de escala de notas, contrapôs-se à ausência de correlação significativa entre a concentração deste aleloquímico e o número de ovos e lagartas nos folíolos dos genótipos avaliados. Este acontecimento sugere que o tipo de resistência à traça-do-tomateiro encontrado no presente trabalho foi apenas por antibiose. Tal fato sugere que maiores concentrações de ZGB possam ter exercido ação deterrente sobre a alimentação das lagartas, causando maior mortalidade e interrompendo seu desenvolvimento sem, entretanto, influenciar a escolha de fêmeas adultas desta espécie para oviposição.

#### 5.4. Mosca-branca

Foram observadas diferenças entre os genótipos analisados quanto à preferência para oviposição pela mosca-branca (Tabela 13). Aos 6 dias após a exposição das plantas avaliadas à infestação, foi encontrado maior número de ovos de mosca-branca nos acessos com baixo teor de zingibereno RVTZ 2011-331-548 e RVTZ 2011-331-524 (19,67 e 9,67 ovos  $4 \text{ cm}^{-2}$ ), sendo estes os únicos genótipos que diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. No 7º dia após a infestação, RVTZ 2011-079-503 (alto teor) apresentou a média mais baixa (0,22 ovos  $4 \text{ cm}^{-2}$ ), porém sem diferir das testemunhas PI-127826 e “Redenção”, e dos acessos RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-185 e RVTZ 2011-079-335 (alto teor). No 8º e 9ª dia, a infestação tornou-se maior, o que contribuiu para acentuar as diferenças entre os acessos avaliados. No 8º dia, a testemunha silvestre apresentou a média mais baixa (1,33 ovos  $4 \text{ cm}^{-2}$ ), porém formando um mesmo grupo de médias com os acessos de alto teor RVTZ 2011-079-117, RVTZ 2011-079-185 e RVTZ 2011-079-503. Na quarta contagem de ovos de mosca-branca, a média mais baixa foi observada no acesso de alto teor RVTZ 2011-079-117 (1,17 ovos  $4 \text{ cm}^{-2}$ ), o qual compôs um grupo de médias juntamente com as duas testemunhas e os demais genótipos  $F_2RC_1$  selecionados para alto teor de ZGB.

Nas avaliações realizadas no 7º, 8º e 9º dia após a infestação, os valores médios encontrados para número de ovos de mosca-branca correlacionaram-se significativamente e inversamente com o conteúdo de ZGB dos genótipos estudados.

A promoção de resistência à mosca-branca mediada por ZGB e outros aleloquímicos tem sido obtida em outros trabalhos. Baldin et al. (2005) obtiveram menor oviposição em testes com e sem chance de escolha no genótipo *S. habrochaites* PI-127826 em comparação com a cultivar ‘Santa Clara’, utilizada como padrão comercial, bem como maior período ninfal, até mesmo em comparação com outros genótipos silvestres, sugerindo uma resistência do tipo não preferência para alimentação e/ou antibiose.

**Tabela 13.** Número de ovos de mosca-branca em 4 cm<sup>2</sup> de área foliar em genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de ZGB e nas testemunhas silvestre e comercial. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Genótipo                          | Teor de zingibereno (270 nm) | Nº de ovos 4 cm <sup>-2</sup> |                    |                     |                     |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                                   |                              | 6 dias                        | 7 dias             | 8 dias              | 9 dias              |
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826  | 0,338                        | 2,68 a                        | 2,33 a             | 1,33 a              | 3,33 a              |
| RVTZ 2011-079-117 (alto)          | 0,216                        | 0,08 a                        | 1,89 a             | 1,89 a              | 1,17 a              |
| RVTZ 2011-079-185 (alto)          | 0,346                        | 2,33 a                        | 1,50 a             | 2,33 a              | 5,00 a              |
| RVTZ 2011-079-335 (alto)          | 0,216                        | 2,10 a                        | 1,85 a             | 12,16 c             | 6,33 a              |
| RVTZ 2011-079-345 (alto)          | 0,197                        | 1,00 a                        | 4,89 b             | 7,00 c              | 9,56 a              |
| RVTZ 2011-079-503 (alto)          | 0,285                        | 0,78 a                        | 0,22 a             | 1,83 a              | 2,56 a              |
| RVTZ 2011-331-460 (baixo)         | 0,039                        | 1,56 a                        | 3,41 b             | 21,22 d             | 31,67 b             |
| RVTZ 2011-331-524 (baixo)         | 0,038                        | 9,67 b                        | 11,67 c            | 24,00 d             | 29,67 b             |
| RVTZ 2011-331-548 (baixo)         | 0,025                        | 19,67 b                       | 4,33 b             | 34,44 d             | 50,78 b             |
| <i>S. lycopersicum</i> 'Redenção' | 0,103                        | 0,22 a                        | 1,44 a             | 4,93 b              | 6,67 a              |
| <b>CV (%)</b>                     | 84,56                        | 63,86                         | 55,88              | 29,83               | 33,68               |
| <b>Correlação</b>                 |                              | -0,44 <sup>ns</sup>           | -0,70 <sup>*</sup> | -0,87 <sup>**</sup> | -0,84 <sup>**</sup> |

Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\* Significativo pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

\*\* Significativo pelo teste t de Student a 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Fernandes et al. (2009), por sua vez, constataram que a resistência de alguns acessos de tomateiro à mosca-branca estava relacionado com o mecanismo de resistência por antixenose. Silva et al. (2009) verificaram que genótipos heterozigotos ricos em ZGB e genótipos duplos heterozigotos com teores elevados de ZGB e AA foram menos atrativos para oviposição e reduziram o número de ninfas em comparação com testemunhas comerciais, apresentando, portanto, resistência por antixenose e antibiose. Neiva et al. (2013) também obtiveram reduções na contagem de ovos e ninfas de mosca-branca em genótipos com

elevados teores de AA, ZGB, e 2-TD em comparação com duas testemunhas comerciais.

Freitas et al. (2002) relatam que a resistência à mosca-branca mediada por conteúdo elevado de ZGB está altamente correlacionada com a presença de tricomas glandulares tipos IV, VI e VII, e que estas características são altamente herdáveis, sendo possíveis de serem transmitidas para as progênes em programas de melhoramento convencional. Muigai et al. (2003) também correlacionaram a resistência à mosca-branca em genótipos de tomateiro à presença de tricomas glandulares tipo IV.

As estimativas dos contrastes de interesse acusaram diferenças significativas entre os grupos de genótipos  $F_2RC_1$  com teores contrastantes de ZGB aos 7, 8 e 9 dias após a infestação (Tabela 14). O parental silvestre PI-127826 apresentou valores médios significativamente menores em relação ao grupo dos genótipos  $F_2RC_1$  de baixo teor de ZGB na 3ª e 4ª contagens. Entretanto, é importante destacar que este fato aconteceu também com a testemunha comercial, a cultivar ‘Redenção’. Isto pode estar ligado ao fato de a cultivar ‘Redenção’ apresentar o gene *Mi*, o qual confere resistência a nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. (BOITEUX et al, 2012). Este gene confere também resistência à mosca-branca, o que pode ter sido a causa do baixo número de ovos encontrados nos folíolos desta cultivar no presente trabalho (MARCHESE, 2013; LIMA, 2014).

**Tabela 14.** Estimativas dos contrastes de interesse para número de ovos de mosca-branca. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Contraste                                       | 1ª avaliação         | 2ª avaliação        | 3ª avaliação         | 4ª avaliação         |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Genótipos de alto vs. genótipos de baixo</b> | -9,04 <sup>ns</sup>  | -4,40 <sup>**</sup> | -21,51 <sup>**</sup> | -32,45 <sup>**</sup> |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de alto</b>          | 1,41 <sup>ns</sup>   | 0,26 <sup>ns</sup>  | -3,71 <sup>ns</sup>  | -1,59 <sup>ns</sup>  |
| <b>PI-127826 vs. genótipos de baixo</b>         | -7,63 <sup>ns</sup>  | -5,03 <sup>ns</sup> | -25,22 <sup>**</sup> | -34,05 <sup>**</sup> |
| <b>Redenção vs. genótipos de alto</b>           | -1,04 <sup>ns</sup>  | -0,63 <sup>ns</sup> | -0,16 <sup>ns</sup>  | 1,75 <sup>ns</sup>   |
| <b>Redenção vs. genótipos de baixo</b>          | -10,08 <sup>ns</sup> | -5,03 <sup>ns</sup> | -21,63 <sup>**</sup> | -30,71 <sup>**</sup> |

\*\* Significativo pelo teste de Scheffé a 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Com relação ao número de ninfas de mosca-branca em cada genótipo, estas foram verificadas somente nas duas últimas contagens (Tabela 15). Não foram encontradas diferenças significativas entre os genótipos avaliados para esta variável.

O número baixo de ninfas também contribuiu para que não fossem encontradas correlações entre esta variável e os teores de ZGB dos acessos, e contrastes significativos entre os grupos de interesse estudados, o que entra em desacordo com outros trabalhos (FREITAS et al., 2002; BALDIN et al., 2005; NEIVA et al., 2013; LIMA, 2014). Provavelmente isso ocorreu porque não houve tempo hábil para a eclosão de ovos e o aparecimento de ninfas em número suficiente para detectar diferenças entre os grupos de genótipos avaliados. Souza e Vendramin (2000) obtiveram uma duração média de 7,43 e 20,97 dias, para as fases de ovo e ninfa, respectivamente, em plantas de tomateiro que não receberam tratamento com extratos aquosos. Esta pode ser uma das explicações para o fato de as ninfas terem sido encontradas apenas a partir do 8º dia após a infestação, no presente trabalho.

**Tabela 15.** Número de ninfas de mosca-branca 4 cm<sup>-2</sup> de área foliar em genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com teores contrastantes de ZGB e nos parentais silvestre e comercial. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.

| Genótipo                             | Teor de zingibereno<br>(270 nm) | Nº de ninfas 4 cm <sup>-2</sup> |                     |
|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
|                                      |                                 | 8 dias                          | 9 dias              |
| <i>S. habrochaites</i> PI-127826     | 0,338                           | 0,00 a                          | 0,00 a              |
| RVTZ 2011-079-117<br>(alto)          | 0,216                           | 0,00 a                          | 0,08 a              |
| RVTZ 2011-079-185<br>(alto)          | 0,346                           | 0,00 a                          | 0,00 a              |
| RVTZ 2011-079-335<br>(alto)          | 0,216                           | 0,30 a                          | 1,46 a              |
| RVTZ 2011-079-345<br>(alto)          | 0,197                           | 1,25 a                          | 0,17 a              |
| RVTZ 2011 pl#503 (alto)              | 0,285                           | 0,08 a                          | 0,00 a              |
| RVTZ 2011-331-460<br>(baixo)         | 0,039                           | 0,00 a                          | 0,17 a              |
| RVTZ 2011-331-524<br>(baixo)         | 0,038                           | 0,25 a                          | 0,08 a              |
| RVTZ 2011-331-548<br>(baixo)         | 0,025                           | 0,00 a                          | 0,00 a              |
| <i>S. lycopersicum</i><br>'Redenção' | 0,103                           | 0,00 a                          | 0,22 a              |
| <b>Correlação</b>                    |                                 | -0,03 <sup>ns</sup>             | -0,28 <sup>ns</sup> |

Médias de tratamentos seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

## 6. CONCLUSÕES

Genótipos  $F_2RC_1$  (*S. lycopersicum* cv. ‘Redenção’ x *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826) com teores elevados de zingibereno apresentaram maiores níveis de resistência ao ácaro-rajado em comparação com as plantas de baixo teor do aleloquímico.

Não houve correlação entre os conteúdos médios de ZGB dos genótipos avaliados e o número de ovos e lagartas de traça-do-tomateiro nos folíolos.

Houve correlação significativa e inversa entre os teores médios de ZGB dos acessos avaliados e as variáveis intensidade de danos nas plantas, tipos de lesões nos folíolos e porcentagem de folíolos atacados pela traça-do-tomateiro, bem como entre os níveis de ZGB e a porcentagem de área foliar consumida pelas lagartas deste inseto, indicando haver resistência por antibiose nos genótipos ricos em ZGB.

Genótipos  $F_2RC_1$  com conteúdo elevado de ZGB reduziram a oviposição da mosca-branca em comparação com os acessos  $F_2RC_1$  com baixos teores do aleloquímico.

Os genótipos  $F_2RC_1$  selecionados para teores elevados de ZGB, com destaque para RVTZ 2011-079-117 e RVTZ 2011-079-335, apresentaram bons níveis de resistência às pragas estudadas, demonstrando potencial para serem utilizados nas próximas etapas do programa de melhoramento.

A seleção indireta baseada em teores elevados de ZGB demonstrou ser eficaz na obtenção de genótipos de tomateiro para processamento com maiores níveis de resistência à traça-do-tomateiro, mosca-branca e ácaro-rajado. Entretanto, novos estudos se fazem necessários, incluindo testes de campo, a fim de comprovar a eficiência da utilização destes genótipos na promoção de resistência às pragas avaliadas.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILERA, J. G.; PESSONI, L. A.; RODRIGUES, G. B.; ELSAYED, A. Y.; SILVA, D. J. H.; BARROS, E. G. Genetic variability by ISSR markers in tomato (*Solanum lycopersicon* Mill.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 243-252, 2011.
- ALVARENGA, M. A. R. Origem, botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. (editor). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2004. 400 p. cap. 1, p. 13-23.
- ANDRADE, M. A. **Óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum*, *Cymbopogon nardus* e *Zingiber officinale*: caracterização química, atividade antioxidante e antibacteriana**. 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- AQUINO, R. F. B. A.; COSTA, R. I. F.; AQUINO, L. A.; SÁ, L. P. Dinâmica populacional de pragas em tomateiro industrial no norte de Minas Gerais. **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, Viçosa, MG, v. 2, n. 1, p. 47-51, 2011.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; BENITES, F. R. G. Efeito de aleloquímicos em tricomas foliares de tomateiro na repelência a ácaro (*Tetranychus urticae* Koch.) em genótipos com teores contrastantes de 2-tridecanona. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 83-88, 2002.
- AZEVEDO, S. M.; FARIA, M. V.; MALUF, W. R.; OLIVEIRA, A. C. B.; FREITAS, J. A. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, Wageningen, Netherlands, v. 134, p. 347-351, 2003.
- BAIER, J. E. **Seleção indireta de genótipos de tomateiro industrial resistentes ao ácaro rajado**. 2012. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Guarapuava-PR: Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2012.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 34, n. 3, p. 435-441, 2005.
- BARBOSA, L. V. **Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon* spp. à traça-do-tomateiro (*Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae))**. 1994. 71 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, 1994.
- BLEEKER, P. M.; DIERGAARDE, P. J.; AMENT, K.; GUERRA, J.; WEIDNER, M.; SCHÜTZ, S.; BOTH, M. T. J.; HARING, M. A.; SCHUURINK, R. C. The role of specific tomato volatiles in tomato-whitefly interaction. **Plant Physiology**, Rockville, MD, USA, v. 151, p. 925–935, oct. 2009.

- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; LOURENÇÃO, A. L.; RODRIGUES, N. E. L. Não preferência para oviposição e alimentação por *Tuta absoluta* (Meyrick) em genótipos de tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 4, p. 541-548, out./dez. 2012.
- BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. Melhoramento genético. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. 344 p. cap. 2, p. 29-50.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1998. 453 p.
- BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIN, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 30, n. 3, p. 455-459, 2001.
- CAMPOS, M. L. **Controle hormonal da defesa à herbivoria em tomateiro**. 2009. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Piracicaba-SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, 2009.
- CARVALHO, C. C.; KIST, B. B.; POLL, H. **Anuário Brasileiro de Hortaliças 2013**. Santa Cruz do Sul-RS: Gazeta Santa Cruz, 2013. 88 p.
- CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, Campinas, SP, ano 6, n. 58, p. 06-14, jun. 2007.
- CARVALHO, R. C. P. **Expressão fenotípica e mecanismos de ação de genes envolvidos na resistência ampla a begomovírus monopartidos e bipartidos em tomate**. 2009. 173 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Brasília: Universidade de Brasília, 2009.
- CAVALCANTE, G. M.; MOREIRA, A. F. C.; VASCONCELOS, S. D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 09-14, jan. 2006.
- COELHO, M. C. F.; FRANÇA, F. H. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 129-135, fev. 1987.
- COSTA, C. A.; SILVA, A. C.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Productivity of determinate growth tomato lines tolerant to heat under the organic system. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 590-593, out./dez. 2011.
- CUNHA, U. S.; VENDRAMIM, J. D.; ROCHA, W. C.; VIEIRA, P. C. Potencial de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) como fonte de substâncias com atividade inseticida sobre a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 34, n. 4, p. 667-673, jul./ago. 2005.
- CUNHA, U. S.; VENDRAMIM, J. D.; ROCHA, W. C.; VIEIRA, P. C. Frações de *Trichilia pallens* com atividade inseticida sobre *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1579-1585, nov. 2006.

DIAS, D. M.; RESENDE, J. T. V.; FARIA, M. V.; CAMARGO, L. K. P.; CHAGAS, R. R.; LIMA, I. P. Selection of processing tomato genotypes with high acyl sugar content that are resistant to the tomato pinworm. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, SP, v. 12, n. 1, p. 381-389, 2013.

EIGENBRODE, S. D.; TRUMBLE, J. D. Antibiosis to beet armyworm (*Spodoptera exigua*) in *Lycopersicon* accessions. **HortScience**, Alexandria, VA, USA, v. 28, n. 9, p. 932-934, sep. 1993.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Banco de Dados Climáticos do Brasil. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=170>>. Acesso em: 29 jul. 2013.

ESTEVES FILHO, A. B.; OLIVEIRA, J. B.; TORRES, J. B.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C. Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: *Tetranychidae*) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: *Phytoseiidae*) em algodoeiro Bollgard™ e isolinha não-transgênica. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 39, n. 3, p. 338-344, 2010.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Agricultural commodities production / Countries by commodity. Disponível em: <[http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries\\_by\\_commodity/E](http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/E)>. Acesso em: 23 jan. 2015a.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production quantities by country. Average 2012 – 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 23 jan. 2015b.

FARIA, C. A.; TORRES, J. B.; FARIAS, A. M. I. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): efeito da idade do hospedeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, PR, v. 29, n. 1, p. 85-94, mar. 2000.

FERNANDES, M. E. S.; FERNANDES, F. L.; SILVA, N. O.; SILVA, D. J. H.; PINTO, F. G.; RAMOS, R. S. Selection of tomato hybrids with zingiberene concentration for breeding programs to pest resistance. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, Canada, v. 6, n. 6, p. 148-154, 2014.

FERNANDES, M. E. S.; SILVA, D. J. H.; FERNANDES, F. L.; PICANÇO, M. C.; GONTIJO, P. C.; GALDINO, T. V. S. Novos acessos de tomateiro resistentes à mosca-branca biótipo B. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1545-1548, nov. 2009.

FERNANDES, R. P. **Caracterização química, avaliação da toxicidade e atividade moluscicida dos óleos essenciais da folha de Pimenta dioica Lindl, casca de *Citrus limon* Linneo e rizoma de *Zingiber officinale* Roscoe**. 2011. 130 f. Tese (Doutorado em Química). João Pessoa-PB: Universidade Federal da Paraíba, 2011.

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, jul./set. 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, MG, v. 6, p. 36-41, 2008.

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

FLECHTMANN, C. H. W. Cariótipos de ácaros tetraniquídeos do Brasil (Acari, Prostigmata: *Tetranychidae*). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós**, Piracicaba, SP, v. 39, p. 803-808, 1982.

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

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, Netherlands, v. 127, p. 275-287, 2002.

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, PR, v. 22, n. 4, p. 919-923, 2000b.

GAMEIRO, A. H.; CAIXETA FILHO, J. V.; ROCCO, C. D.; RANGEL, R. Estimativas de perdas no suprimento de tomates para processamento industrial no estado de Goiás. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 7, p. 07-16, jul. 2007.

GAMEIRO, A. H.; CAIXETA FILHO, J. V.; ROCCO, C. D.; RANGEL, R. Modelagem e gestão das perdas no suprimento de tomates para processamento industrial. **Gestão & Produção**, São Carlos, SP, v. 15, n. 1, p. 101-115, jan./abr. 2008.

GILARDÓN, E.; POCOVI, M.; HERNÁNDEZ, C.; OLSEN, A. Papel dos tricomas glandulares da folha do tomateiro na oviposição de *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 585-588, mar. 2001.

GIMENEZ, M.; MARTINEZ, M. **Coleção Grandes Impérios: Pré-Colombianos**. São Paulo: Coleção Almanaque Abril, 2004. (v. 2). 128 p.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. 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 de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 23, n. 2, p. 247-251, abr./jun., 1999.

- GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIN, J. D. Bioatividade do extrato aquoso de sementes de nim sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em três formas de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n. 1, p. 28-34, jan./fev. 2007.
- GONÇALVES, L. D.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; RESENDE, J. T. V.; CASTRO, E. M.; SANTOS, N. M.; NASCIMENTO, I. R.; 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, fev. 2006.
- GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; BENTO, C. S.; MOULIN, M. M.; ARAÚJO, M. L.; DAHER, R. F.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G. Divergência genética em tomate estimada por marcadores RAPD em comparação com descritores multicategóricos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 364-370, jul./set. 2008.
- GONÇALVES NETO, A. C.; SILVA, V. F.; MALUF, W. R.; MACIEL, G. M.; NIZIO, D. A. C.; GOMES, L. A. A.; AZEVEDO, S. M. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilaçúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 203-208, abr./jun. 2010.
- GUTIERREZ, A. S. D.; FERRARI, P. R. Agricultor: prepare-se para combater a mosca-branca. Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo, Centro de Qualidade em Horticultura. São Paulo, out. 2002. **Circular Técnica 1**. 10 p.
- IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. Cartas climáticas do Paraná. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597> >. Acesso em: 29 jul. 2013.
- JACINTO, L. U.; SOARES, B. B.; RANGEL, R.; JACINTO, A. F. V. U. Transplântio e colheita mecanizada. In: CLEMENTE, F. M. T. V.; BOITEUX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. 344 p. cap. 14, p. 313-328.
- JORDÃO, A. L.; NAKANO, O. Ensacamento de frutos do tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 59, n. 2, p. 281-289, abr./jun. 2002.
- JULIÃO, S. A. **Multiploidia em calos provenientes de anteras de tomate**. 2012. 48 f. Dissertação (*Magister Scientiae* em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.
- LABORY, C. R. G. **Repetibilidade, herdabilidade no sentido restrito e mecanismo de resistência do teor do aleloquímico 2-tridecanona em *Lycopersicon* spp. à traça-do-tomateiro *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)**. 1996. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1996.

LABORY, C. R. G.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; BEARZOTTI, E.; SOUZA, J. C. 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, maio 1999.

LEITE, G. L. D.; FIALHO, A. Pragas do Tomateiro. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. 71 p. Disponível em: <[http://www.ica.ufmg.br/insetario/images/aulas/Pragas\\_de\\_tomate.pdf](http://www.ica.ufmg.br/insetario/images/aulas/Pragas_de_tomate.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2013.

LIETTI, M. M. M.; BOTTO, E. B.; ALZOGARAY, R. A. Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 34, n. 1, p. 113-119, jan./feb. 2005.

LIMA, I. P. **Seleção de genótipos de tomateiro para processamento com alto teor de zingibereno resistentes a artrópodes-praga**. 2014. 38 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2014.

LUCINI, T.; FARIA, M. V.; ROHDE, C.; RESENDE, J. T. V.; OLIVEIRA, J. R. F. Acylsugar and the role of trichomes in tomato genotypes resistance to *Tetranychus urticae*. **Arthropod-Plant Interactions**, jan. 2015. DOI 10.1007/s11829-014-9347-7.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 23, n. 2, p. 7-15, apr./jun. 2007.

MACIEL, G. M.; MALUF, W. R.; SILVA, V. F.; GONÇALVES NETO, A. C.; GOMES, L. A. A. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilaçúcares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 151-156, abr./jun. 2011.

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

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, Netherlands, v. 121, p. 73-80, 2001.

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

MALUF, W. R.; SILVA, V. F.; CARDOSO, M. G.; GOMES, L. A. A.; GONÇALVES NETO, A. C.; MACIEL, G. M.; NÍZIO, D. A. C. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica**, Wageningen, Netherlands, v. 176, p. 113-123, 2010.

- MARCHESE, A. **Resistência à mosca-branca e ao ácaro-rajado mediada por acilaçúcares e pelo gênero *Mi* em tomateiro.** 2013. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia). - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.
- MARIM, B. G.; SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. Z.; MIRANDA, G. V.; MATTEDI, A. P.; CALIMAN, F. R. B. Variabilidade genética e importância relativa de caracteres em acessos de germoplasma de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1283-1290, set. 2009.
- 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. 480-484, set. 2002.
- MELO, C. A. F. **Estudo citogenético e molecular em nove espécies do gênero *Solanum* L. (*Solanaceae* A. Juss).** 2009. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2009.
- MELO, P. C. T. Cultivares de tomate com características agrônômicas e industriais para a produção de atomatados. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 52. Salvador: **Anais Eletrônicos...** Sociedade Brasileira de Horticultura, jul. 2012.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 154-157, jan./mar. 2005.
- MORAES, G. J.; LEITE FILHO, A. S. Aspectos biológicos do ácaro vermelho do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 309-311, mai./jun. 1981.
- MOREIRA, G. R.; SILVA, D. J. H.; PICANÇO, M. C.; PETERNELLI, L. A.; CALIMAN, F. R. B. Divergência genética e subcoleção representativa de populações da traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 437-443, maio 2004.
- MOREIRA, G. R.; SILVA, D. J. H.; PICANÇO, M. C.; PETERNELLI, L. A.; CALIMAN, F. R. B. Divergência genética entre acessos de tomateiro infestados por diferentes populações da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 893-898, out./dez. 2005.
- MORO, L. B.; POLANCZYK, L. A.; CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; FRANCO, C. R. Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em cultivares de mamão. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 42, n. 3, p. 487-493, mar. 2012.
- MUIGAI, S. G.; BASSET, M. J.; SCHUSTER, D. J.; SCOTT, J. W. Greenhouse and field screening of wild *Lycopersicon* germplasm for resistance to the whitefly *Bemisia argentifolii*. **Phytoparasitica**, v. 31, n. 1, p. 27-38, 2003.
- NEIVA, I. P. **Resistência de linhagens de tomateiro à mosca branca (*Bemisia argentifolii*) relacionada a aleloquímicos e à densidade de tricomas.** 2011. 31 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2011.

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

NEVES, L. G.; LEAL, N. R.; RODRIGUES, R.; PEREIRA, N. E. Estimativa de parâmetros genéticos e correlação entre componentes de resistência à traça-do-tomateiro em progênies de *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* f. *glabratum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 458-461, jul./set. 2003.

OLIVEIRA, C. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; MALUF, W. R.; NEIVA, I. P.; MACIEL, G. M. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 36, n. 1, p. 45-52, jan./fev. 2012.

OLIVEIRA, J. R. F. **Parâmetros associados à resistência ao ácaro rajado de genótipos de tomateiro com altos teores de zingibereno**. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Guarapuava-PR: Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2014.

PASCHOAL, A. D. Revisão da família Tetranychidae no Brasil (Arachnida: Acarina). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós**, Piracicaba, SP, v. 27, p. 457-486, 1970.

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

PEREIRA, P. A.; GUEDES, I. M. R.; PINHEIRO, J. B.; SUINAGA, F. A. Relação entre os caracteres de frutos de tomateiro industrial com a produção de sementes híbridas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 4932-4935, jul. 2012 (Suplemento – CD-ROM).

PICANÇO, M. C.; SILVA, D. J. H.; LEITE, G. L. D.; MATA, A. C.; JHAM, G. N. Intensidade de ataque de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) ao dossel de três espécies de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 429-433, abr. 1995.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; CHIORAMITAL, A. B.; ZAGO, H. B. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 73-76, mar. 2002.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiida). **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 30, n. 2, p. 277-282, jun. 2001.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Produtividade de cultivares de tomate industrial no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 126-129, jul. 2000.



- RESENDE, J. T.V.; MALUF, W. R.; FARIA, M. V.; PFANN, A. Z.; NASCIMENTO, I. R. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 63, n. 1, p. 20-25, jan./fev. 2006.
- SALAZAR, L. F. B. **Caracterização de determinantes genéticos envolvidos na qualidade industrial e nutricional do fruto de tomate**. 2011. 222 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- SANTIN, M. R. **Uso de fertilizantes organominerais e indutores de resistência no desempenho agrônômico do tomateiro estaqueado**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2012.
- SANTOS, F. F. B. **Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência ao Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV)**. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, SP, 2009.
- SANTOS, M. C. **Efeito de silício em características morfológicas, comportamentais e na história de vida da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)**. 2012. 85 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2012.
- SATO, M. E.; SILVA, M. Z.; SILVA, R. B.; SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a Abamectin e Fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 217-223, abr./jun., 2009.
- SEAB – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná. Agrotóxicos no Paraná. Disponível em: < <http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>>. Acesso em: 24 jul. 2013.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. (editor). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras, MG: UFLA, 2004. 400 p. cap. 10, p. 309-366.
- SILVA, V. F.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. 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, set. 2009.
- SILVA, A. A.; MALUF, W. R.; MORAES, J. C.; ALVARENGA, R.; COSTA, E. M. R. Resistência a *Mysus persicae* em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 72, n. 2, p.173-179, 2013.

SNYDER, J. C.; GUO, Z.; THACKER, R.; GOODMAN, J. P.; PYREK, J. S. 2,3-Dihydrofarnesoic acid, a unique terpene from trichomes of *Lycopersicum hirsutum* repels spider mites. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 12, p. 2981-2997, 1993.

SOARES, B. B.; RANGEL, R. Aspectos industriais da cultura. In: CLEMENTE, F. M. V.; BOITEUX, L. S. **Processamento de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. 344 p. cap. 15. p. 331-344.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIN, J. D. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia Tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 57, n. 3, p. 403-406, jul./set. 2000.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIN, J. D. Efeito translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de Nim sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 34, n. 1, p. 83-87, jan./febr. 2005.

SUINAGA, F. A.; CASALI, V. W. D.; PICANÇO, M. C.; SILVA, D. J. H. Capacidade combinatória de sete caracteres de resistência de *Lycopersicon* spp. à traça do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 243-248, abr./jun. 2004.

SUINAGA, F. A.; CASALI, V. W. D.; SILVA, D. J. H.; PICANÇO, M. C. Dissimilaridade genética de fontes de resistência de *Lycopersicon* spp. a *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, RS, v. 9, n. 4, p. 371-376, out./dez. 2003.

SUINAGA, F. A.; PICANÇO, M.; JHAM, G. N.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Causas químicas de resistência de *Lycopersicon peruvianum* (L.) a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, PR, v. 28, n. 2, p. 313-322, jun. 1999.

TOGNI, P. H. B.; FRIZZAS, M. R.; MEDEIROS, M. A.; NAKASU, E. Y. T.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. Dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomate monocultivo e consorciado com coentro sob cultivo orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 183-188, abr./jun. 2009.

TRINDADE, R. C. P.; MARQUES, I. M. R.; XAVIER, H. S.; OLIVEIRA, J. V. Extrato metanólico da amêndoa da semente de nim e a mortalidade de ovos e lagartas da traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 57, n. 3, p. 407-413, jul./set. 2000.

VIDAL, M. F. Produção e área colhida de tomate no Nordeste. ETENE – Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, ano 4, n. 21, 2010. 11 p.

VILELA, N. J.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S.; CLEMENTE, F. M. V. Perfil Socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. 1. ed. – Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 344 p. cap. 1, p. 17-27.

WATANABE, M. A.; MORAES, G. J.; GALTALDO JÚNIOR, I.; NICOLELLA, G.  
Controle biológico do ácaro-rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 51, n. 1, p. 75-81, jan./abr. 1994.

WESTON, P. A.; SNYDER, J. C. Thumbtack bioassay: a quick method for measuring plant resistance to twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, MD, USA, v. 83, n. 2, p. 500-504, apr. 1990.