

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS F₂RC₃ DE TOMATEIRO
COM ELEVADOS TEORES DE ZINGIBERENO,
RESISTENTES A ARTRÓPODES-PRAGA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FLÁVIA CRISTINA PANIZZON DINIZ

GUARAPUAVA-PR

2020

FLÁVIA CRISTINA PANIZZON DINIZ

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS F₂RC₃ DE TOMATEIRO 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

2020

Flávia Cristina Panizzon Diniz

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS F₂RC₃ DE TOMATEIRO 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 11 de fevereiro de 2020.

Impressão com recursos próprios por: univale na UNICENTRO



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



Prof. Dr. Paulo Roberto da Silva
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Leandro Simões Azeredo Gonçalves
(UEL)

GUARAPUAVA-PR
2020

Ao meu amor eterno, Altacir Panizzon (*in memoriam*)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e força nos momentos difíceis.

À minha mãe, Adriana Panizzon, pela paciência, apoio constante, confiança e amor incondicional.

À minha família pelo incentivo.

Ao meu orientador professor Juliano Tadeu Vilela de Resende, por acreditar no meu potencial e não medir esforços para me ajudar.

Agradecimento em especial à Cristhiano Kopanski Camargo, por toda a ajuda, ensinamentos, conselhos e amizade.

Ao meu colega de mestrado Renato Barros de Lima Filho, que foi o meu alicerce nestes dois anos para a realização deste trabalho.

Ao professor Paulo Roberto da Silva, pela oportunidade de trabalhar em seu laboratório.

As biólogas Gabriela Gomes Weber e Laura Pilati, pela paciência ao longo dos meses no desenvolvimento das atividades moleculares, pelos ensinamentos sobre o mundo da biotecnologia.

Aos colegas do Núcleo de Pesquisa de Hortaliças, pelo auxílio.

Aos meus amigos, que sempre estão ao meu lado.

Enfim, a todos que, de alguma maneira, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Geral	15
2.2. Específicos.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. Cultura do Tomateiro	16
3.1.1. Histórico e taxonomia	16
3.1.2. Aspectos gerais	17
3.2. Tomate para processamento industrial	18
3.3. Artrópodes-praga no cultivo do tomateiro industrial	20
3.3.1. Aspectos gerais	20
3.3.2. Mosca-branca - <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.) biótipo B	21
3.3.3. Traça-do-tomateiro - <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917)	23
3.3.4. Ácaro-rajado - <i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836)	24
3.4. Melhoramento genético do tomateiro industrial visando resistência a artrópodes-praga	26
3.5. Uso de espécies silvestres no melhoramento genético	27
3.6. Aleloquímicos (Zingibereno)	29
3.7. Tricomas foliares como fator de resistência	30
3.8. Uso de análises moleculares no melhoramento assistido	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1. Local dos experimentos	34
4.2. Genótipos de tomateiro utilizados	34
4.3. Obtenção das populações F ₂ RC ₃	35
4.4. Quantificação do teor de zingibereno e seleção dos genótipos de tomateiro F ₂ RC ₃	36
4.5. Clonagem dos genótipos.....	37
4.6. Criação da mosca-branca (<i>B. tabaci</i> biótipo B), da traça-do-tomateiro (<i>T. absoluta</i>) e do ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>)	37

4.7. Teste de resistência à mosca-branca (<i>B. tabaci</i> biótipo B) nos genótipos F ₂ RC ₃	38
4.8. Teste de resistência à traça-do-tomateiro (<i>T. absoluta</i>) nos genótipos F ₂ RC ₃ ...	39
4.9. Teste de repelência ao ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>) nos genótipos F ₂ RC ₃	40
4.10. Identificação e quantificação dos tricomas foliares.....	40
4.11. Análises moleculares	42
4.11.1. Material vegetal	42
4.11.2. Extração do DNA	42
4.11.3. Amplificação via PCR	43
4.12. Análises estatísticas	44
4.12.1. Bioensaios de mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i> biótipo B), traça-do-tomateiro (<i>Tuta absoluta</i>), ácaro-rajado (<i>Tetranychus urticae</i>) e tricomas foliares	44
4.12.2. Análises Moleculares	44
5. RESULTADOS	44
5.1. Seleção de genótipos de tomateiro F ₂ RC ₃ baseada no teor de zingibereno	44
5.2. Resistência à mosca-branca (<i>B. tabaci</i> biótipo B) dos genótipos F ₂ RC ₃	45
5.3. Resistência à traça-do-tomateiro (<i>T. absoluta</i>) nos genótipos F ₂ RC ₃	48
5.3.1. Lesões nos folíolos	48
5.3.2. Porcentagem de folíolos atacados	50
5.4. Teste de repelência ao ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>) nos genótipos F ₂ RC ₃	52
5.5 Análise de Componentes Principais (ACP).....	54
5.6 Identificação e quantificação dos tricomas foliares.....	56
5.7 Análises moleculares	58
6. DISCUSSÃO	59
7. CONCLUSÕES	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

RESUMO

DINIZ, Flávia C. P. **Seleção de genótipos F₂RC₃ de tomateiro com teores elevados de zingibereno, resistentes a artrópodes-praga.** Guarapuava: UNICENTRO, 2019. (Dissertação – Mestrado em Agronomia / Produção Vegetal)

O tomateiro cultivado é classificado como uma das hortaliças de maior importância econômica e social no Mundo. No entanto, é a olerícola mais acometida por doenças e pragas, resultando em grande número de aplicações com fitossanitários e perdas de produção. Uma das estratégias que vem sendo adotada é a obtenção de resistência genética por intermédio de hibridações com acessos que possuem compostos provenientes do metabolismo secundário. Objetivou-se com o presente trabalho selecionar genótipos F₂RC₃ do cruzamento interespecífico entre a cultivar comercial ‘Redenção’ e o acesso silvestre *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, com elevados teores de zingibereno (ZGB), resistentes a artrópodes-praga. O trabalho foi realizado na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Selecionou os genótipos contrastantes da geração F₂RC₃ a partir do método espectrofotométrico para teor de ZGB presente nos folíolos; Os bioensaios de resistência à *Tuta absoluta* e à *Bemisia tabaci* biótipo B foram realizados em casa de vegetação, utilizando o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. O teste de repelência a *Tetranychus urticae* foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. A identificação e contagem dos tipos de tricomas presentes nos folíolos, foi realizada por meio de quatro repetições a partir de imagens obtidas do Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV. Os dados foram submetidos a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, sendo realizadas no software IBM SPSS® 22. Mediante resultados gerados nos bioensaios de resistência e repelência, a análise de componentes principais sugere que os genótipos RVTZ p#346; RVTZ p#348 e RVTZ p#448 são os mais próximos ao parental doador *S. habrochaites* var. *hirsutum* no que diz respeito as características de resistência. Na variável densidade de tricomas, o genótipo RVTZ p#348 e RVTZ p#344, apresentaram as maiores proporções de tricomas glandulares do tipo IV e VI, em ambas as faces do folíolo. Foi realizada a similaridade genética entre os genótipos com altos teores de ZGB e *S. lycopersicum* cv. Redenção, mediante técnicas moleculares. Os marcadores ISSR identificaram os genótipos RVTZ p#348, RVTZ p#344 e RVTZ p#448 com a maior proporção de recuperação do genoma recorrente cv. ‘Redenção’ e menor similaridade com *S. habrochaites* var. *hirsutum*.

Palavras-Chave: *Solanum habrochaites* var. *hirsutum*, zingibereno, retrocruzamento, marcador molecular ISSR.

ABSTRACT

DINIZ, Flávia C. P. **Selection of tomato genotypes F₂RC₃ with high levels of zingiberene, resistant to pest arthropods.** Guarapuava: UNICENTRO, 2019. (Dissertação – Mestrado em Agronomia / Produção Vegetal)

Tomato is classified as one of the most economically and socially important vegetables in the World. However, it is the vegetable the most affected by diseases and pests, resulting in a large number of phytosanitary applications and production losses. One of the strategies that has been adopted is to obtain genetic resistance through hybridizations with accesses that have compounds from secondary metabolism. The objective of this study was to select F₂RC₃ genotypes from the interspecific crossing between the commercial cultivar 'Redenção' and the wild access *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826', with high levels of zingiberene (ZGB), resistant to arthropods-plague. The work was carried out at the Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Contrasting genotypes of the F₂RC₃ generation were selected from the spectrophotometric method for ZGB content present in the leaflets; The bioassays of resistance to *Tuta absoluta* and *Bemisia tabaci* biotype B were carried out in a greenhouse, using a randomized block design, with four replications. The *Tetranychus urticae* repellency test was performed in a completely randomized design, with eight replications. The identification and counting of the types of trichomes present in the leaflets was performed by means of four repetitions based on images obtained from Scanning Electron Microscopy – SEM. The data were subjected to non-parametric Kruskal-Wallis analysis, being performed using the IBM SPSS[®] 22 software. Based on results generated in the resistance and repellency bioassays, the main component analysis suggests that the RVTZ p#346; RVTZ p#348 and RVTZ p#448 genotypes are the closest to the parental donor *S. habrochaites* var. *hirsutum* regarding resistance characteristics. In the variable density of trichomes, the genotype RVTZ p#348 and RVTZ p#344, presented the highest proportions of glandular trichomes of type IV and VI, on both sides of the leaflet. Genetic similarity was carried out between genotypes with high levels of ZGB and *S. lycopersicum* cv. Redenção, through molecular techniques. ISSR markers identified the genotypes RVTZ p#348, RVTZ p#344 and RVTZ p#448 with the highest proportion of recovery of the cv. 'Redemption' genotype and less similarity with *S. habrochaites* var. *hirsutum*.

Keywords: *Solanum habrochaites* var. *hirsutum*, zingiberene, backcross, molecular marker ISSR.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ovoposição de *Bemisia tabaci*, nos folíolos dos terços inferior, médio e superior das plantas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F₂RC₃ do cruzamento entre *Solanum lycopersicum*, ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – 1ª avaliação; B – 2ª avaliação; C – 3ª avaliação; D – 4ª avaliação. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.46
- Figura 2.** Ninfas de *Bemisia tabaci*, nos folíolos dos terços inferior, médio e superior das plantas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F₂RC₃ do cruzamento entre *Solanum lycopersicum*, ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – 1ª avaliação; B – 2ª avaliação; C – 3ª avaliação; D – 4ª avaliação. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.47
- Figura 3.** Lesões nos folíolos causados pela *Tuta absoluta* nos terços inferior, médio e superior das plantas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F₂RC₃ do cruzamento entre *Solanum lycopersicum*, ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – 1ª avaliação; B – 2ª avaliação; C – 3ª avaliação; D – 4ª avaliação. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.50
- Figura 4.** Porcentagem de folíolos atacados pela *Tuta absoluta* nos terços inferior, médio e superior das plantas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F₂RC₃ do cruzamento entre *Solanum lycopersicum*, ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – 1ª avaliação; B – 2ª avaliação; C – 3ª avaliação; D – 4ª avaliação. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.51
- Figura 5.** Análise de componentes principais (ACP), dispersão das variáveis analisadas. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.55
- Figura 6.** Análise de componentes principais (ACP), representação gráfica da dispersão dos genótipos em relação aos componentes principais. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.56
- Figura 7.** Tricomas glandulares identificados conforme a classificação de Luckwill (1943), nas faces abaxial (AB) e adaxial (AD) das folhas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F₂RC₃ do cruzamento entre *Solanum lycopersicum* cv. ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – Tricomas glandulares tipo IV (AB); B – Tricomas glandulares tipo IV (AD); C – Tricomas glandulares tipo VI (AB); D – Tricomas glandulares tipo VI (AD); E – Tricomas não glandulares (AB); F – Tricomas não glandulares (AD). Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Espécies de tomateiro reconhecidas e sua distribuição geográfica.	28
Tabela 2. Nomenclatura dos parentais <i>Solanum lycopersicum</i> , <i>Solanum habrochaites</i> e genealogia dos genótipos F ₂ RC ₃ , seguido de suas respectivas abreviaturas. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.	36
Tabela 3. Escalas de notas utilizadas para a avaliação das lesões nos folíolos (LF) e porcentagem de folíolos atacados (PFA) em plantas de tomateiro infestadas por <i>Tuta absoluta</i>	39
Tabela 4. Descrição dos tricomas de <i>Solanum lycopersicum</i> de acordo com Luckwill (1943).	41
Tabela 5. Identificação dos <i>primers</i> ISSR utilizados neste estudo, com sua sequência e temperatura de anelamento TA (°C). Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.	43
Tabela 6. Média para absorvância de ZGB (abs 270 nm) nas testemunhas <i>Solanum habrochaites</i> var <i>hirsutum</i> ‘PI-127826’, <i>Solanum lycopersicum</i> cv. Redenção, e genótipos selecionados da população F ₂ RC ₃ . Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.	45
Tabela 7. Correlação de Spearman e estimativas dos contrastes de interesse para as médias obtidas entre o teor de ZGB (absorvância) e as avaliações de <i>Bemisia tabaci</i> nos parentais <i>Solanum lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’ e <i>Solanum habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i> ‘PI-12782. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.	48
Tabela 8. Correlação de Spearman e estimativas dos contrastes de interesse para as médias obtidas entre o teor de ZGB (absorvância) e as avaliações de <i>Tuta absoluta</i> nos parentais <i>Solanum lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’ e <i>Solanum habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i> ‘PI-127826 e nos genótipos selecionados da população F ₂ RC ₃ . Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.	52
Tabela 9. Distâncias médias percorridas por <i>Tetranychus urticae</i> após 20, 40 e 60 minutos de exposição à infestação, na face abaxial de folíolos nos genótipos selecionados para alto e baixo teor de ZGB na população segregante F ₂ RC ₃ e nos parentais <i>Solanum lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’ e <i>Solanum habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i> ‘PI-127826’. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.	54
Tabela 10. Similaridade genética obtida utilizando 49 <i>loci</i> ISSR (Inter simple sequence repeat) entre os parentais <i>Solanum lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’ e <i>Solanum habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i> ‘PI-127826’ e 10 genótipos da progênese do retrocruzamento F ₂ RC ₃ que apresentaram maior concentração de ZGB nos testes fisiológicos. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.	59

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum L.*) é considerado uma das hortaliças de importância econômica e social na agricultura. Sua vasta aceitação mundial origina-se da alta versatilidade nas formas de utilização, possibilitando tanto o consumo *in natura*, quanto de seus derivados advindos da industrialização. Outro fator relevante é pelo seu rico valor nutricional, incluindo açúcares, fibras, aminoácidos essenciais, ferro, fósforo e o pigmento licopeno que atua como antioxidante natural, além das vitaminas B e C (GAMEIRO et al., 2007; ALVARENGA, 2012; CNA, 2017).

Do ponto de vista social, a cultura do tomateiro gera inúmeros empregos diretos e indiretos, e renda na área agrícola, pois, demanda de ampla escala de produção, e de intensos tratamentos culturais. Conforme o levantamento sistemático da produção agrícola realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção no ano de 2018 foi de 4,08 milhões de toneladas, em 59,7 mil hectares em todo o Brasil (IBGE, 2019).

Direcionado ao processamento o tomateiro é cultivado durante o ano todo e, na maioria das regiões do país. Embora seu cultivo se estenda, nas épocas mais quentes e chuvosas a produtividade diminui, em virtude, da elevada incidência de doenças e pragas. Este último quanto ataca lavouras causa danos severos, aumentando o custo de produção da cultura. Sendo um dos principais obstáculos enfrentados pelos produtores, e, entraves à expansão da cultura, tornando-a de risco e em alguns casos, inviabilizando seu cultivo (MELO e VILELA, 2005; CLEMENTE e BOITEUX, 2012).

Com o intuito de amenizar as perdas provocadas pelos artrópodes-pragas, o principal método de manejo utilizado é o químico, contudo, o uso intensivo de fitossanitários pode acarretar danos ao ambiente e à saúde de agricultores e consumidores. Além disso, pode ocorrer a diminuição da população de inimigos naturais e a geração de populações de pragas resistentes às moléculas químicas sintéticas (FREITAS et al., 2000; SUINAGA et al., 2003; SILVA et al., 2009).

A suscetibilidade do tomateiro aos problemas fitossanitários surgiu, com a domesticação da espécie, mediante erosão de alelos e genes, ocasionando o estreitamento na base genética, e também por via dos processos de melhoramento genético, que resultaram no desenvolvimento de genótipos mais produtivos, porém com ausência das características de resistência. Deste modo, a alternativa mais importante de manejo é mediante o desenvolvimento de cultivares resistentes à artrópodes-praga, que nos últimos anos tem se

ampliado, envolvendo o gênero *Solanum* spp. com a finalidade de identificação de mecanismos e a ampliação dos graus de resistências, para obtenção de genótipos com nível adequado de resistência (KENNEDY, 2002).

Os programas de melhoramento visando resistência do tomateiro aos diferentes artrópodes-praga vêm sendo realizados utilizando cruzamentos interespecíficos entre o tomateiro cultivado *S. lycopersicum* e acessos de espécies silvestres. Tais acessos silvestres contêm características químicas e morfológicas, que os tornam menos preferidos e/ou danificados pelas pragas (RESENDE et al., 2009).

A estratégia que vem sendo adotada é a obtenção de resistência genética por intermédio de hibridações com acessos que possuem compostos provenientes do metabolismo secundário (MALUF et al., 2001; NEIVA et al., 2013; LIMA et al., 2015).

Pesquisas tem mostrado que as espécies silvestres *Solanum pennellii* e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* conferem resistência a vasta gama de pragas, por meio de compostos químicos chamados de acilaçúcares e zingibereno, presentes nos folíolos, que são exsudados por tricomas glandulares (PEREIRA et al., 2008; MALUF et al., 2010; LIMA et al., 2015; LUCINI et al., 2015; DIAS et al., 2016). Dentre as substâncias químicas citadas, o zingibereno é um sesquiterpeno que foi identificado na espécie *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826. Esse aleloquímico promove resistência, a partir de efeitos deletérios sobre a alimentação e o ciclo de vida dos artrópodes-praga, do mesmo modo, pelo mecanismo de não preferência para alimentação e oviposição (BALDIN et al., 2005; MALUF et al., 2010; BOIÇA JÚNIOR et al., 2012; LUCINI et al., 2015).

Resultados promissores estão sendo obtidos, com base na seleção de genótipos com elevados teores de zingibereno, a fim de aumentar a resistência aos mais nocivos artrópodes-praga. Podendo destacar a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) e ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (MALUF et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2012; NEIVA et al., 2013).

Por fim, considerando a necessidade de cultivares de tomateiro resistentes aos principais artrópodes-pragas, é de extrema importância comprovar os níveis de resistência conferidos pelos aleloquímicos aos genótipos com diferentes teores obtidos de cruzamentos interespecíficos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Selecionar genótipos F_2RC_3 entre a cultivar comercial ‘Redenção’ de características para processamento e o acesso silvestre *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, com elevados teores de zingibereno, resistentes a artrópodes-praga de importância econômica para a cultura do tomateiro.

2.2. Específicos

2.2.1. Quantificar os teores de zingibereno presente em folíolos dos genótipos de tomateiro da geração F_2RC_3 ;

2.2.2. Selecionar plantas F_2RC_3 com elevada concentração de zingibereno e resistentes à *Tuta absoluta*, à *Bemisia tabaci* biótipo B por meio de testes de resistência, e ao *Tetranychus urticae* mediante testes de repelência;

2.2.3. Identificar na população segregante F_2RC_3 os genótipos com altos teores de zingibereno, com maior similaridade genética com a cultivar comercial *Solanum lycopersicum* cv. Redenção por meio de técnicas moleculares;

2.2.4. Quantificar a concentração foliar de tricomas glandulares tipo IV nos genótipos contrastantes selecionados na população F_2RC_3 .

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Cultura do Tomateiro

3.1.1. Histórico e taxonomia

O tomateiro cultivado (*Solanum lycopersicum* L.) e as espécies silvestres são nativas da região Andina, que engloba parte do Chile, Bolívia, Equador, Colômbia, Peru e das ilhas Galápagos (BAI e LINDHOUT, 2007; PERALTA et al., 2008). Evidências históricas, linguísticas e botânicas, indicam que sua domesticação ocorreu, no México e Peru onde é possível encontrar numerosas espécies que não sofreram seleção (MEDEIROS et al., 2011; BAUCHET e CAUSSE, 2012).

O ancestral mais provável do tomateiro cultivado é o *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, também conhecido como tomate cereja ou minitomate (BAI e LINDHOUT, 2007). No século XVI foi levado a Europa por colonizadores espanhóis, na época sendo cultivado apenas como planta ornamental (ALVARENGA, 2012).

A princípio, o nome científico do tomateiro cultivado foi dado por Lineaus em 1753, denominando-o *Solanum lycopersicum*. Em 1768, houve uma reclassificação feita por Miller, passando a se chamar *Lycopersicon esculentum*, pois, associou ao gênero *Lycopersicon*. Posteriormente, via dados moleculares de DNA de cloroplastos, relataram alta correlação genética entre espécies do gênero *Solanum* com o tomateiro cultivado, até então, chamado *Lycopersicon esculentum*. Isto posto, foi revisada a classificação filogenética da família Solanaceae e novamente foi integrado ao gênero *Solanum*, reclassificado como *Solanum esculentum* (PERALTA e SPOONER, 2000; PERALTA et al., 2006).

Italianos e espanhóis testaram inicialmente a utilização da folha de tomateiro em sua alimentação, não obtendo êxito, e então, em 1554 na Itália, Matthiolus referenciou o uso do fruto, onde a espécie introduzida apresentava os frutos de cor amarelada que eram conhecidos como *Pomi d'oro* (maça dourada). E, desde então, passou a ser um produto altamente consumido, que se espalhou para as mais diversas regiões do mundo, sendo uma das hortaliças com maior aceitabilidade (SANTIN, 2012; ALVARENGA, 2013).

Sua introdução no Brasil ocorreu no final do século XIX pelo EUA, Espanha, Portugal e países africanos. Em 1940, no houve o surgimento do tomate Santa Cruz, que marcou o início do cultivo econômico da cultura no país (FILGUEIRA, 2008; MADEIRA et al., 2008; ALVARENGA, 2013).

Pertencente à família das solanáceas, é uma planta herbácea e perene, ainda que cultivada como anual desde a sementeira até produzir sementes (NAIKA et al., 2006; FILGUEIRA, 2008). A arquitetura da planta está correlacionada com o crescimento em altura e o número de ramificações, permitindo dois tipos de crescimento sendo eles o determinado e indeterminado (ALVARENGA, 2013).

A diversidade genética importante ao melhoramento genético de plantas, está associada a exploração da variabilidade genética presente nas espécies silvestres (MILLER e TANKSLEY, 1990). Nos acessos de espécies silvestres já foram encontradas características desejáveis como resistência à salinidade, seca, nematoides, fungos, bactérias, vírus e artrópodes-praga (RUSH e EPSTEIN, 1981; MALUF et al., 2001; FREITAS et al., 2002; MALUF et al., 2010; LUCINI et al., 2015; DIAS et al., 2016).

3.1.2. Aspectos gerais

A produção mundial de tomate na safra de 2017, foi de 182,3 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 4,84 milhões de hectares e um rendimento médio de aproximadamente 37,6 toneladas por hectare. O principal produtor foi a China com 59,6 milhões de toneladas, apresentando a maior área cultivada equivalente a 1,03 milhão de hectares, seguido pela Índia com 20,7 milhões de toneladas e Estados Unidos com 10,9 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2019).

Em uma área de cultivo de 59,7 mil hectares, o Brasil alcançou na safra de 2018, uma produção de cerca de 4,08 milhões de toneladas de tomate, com rendimento médio de 68,3 toneladas por hectare. Nesta última safra, a liderança de produção da cultura ficou por conta da região Sudeste do país, com 1,69 milhões de toneladas, por pequena diferença em segundo no ranking a região Centro-Oeste que foi responsável por produzir 1,37 milhão de toneladas, seguidas por Sul e Nordeste com 540,5 e 473,3 mil toneladas, respectivamente (IBGE, 2019).

Os principais estados produtores são Goiás (1,33 milhões de toneladas), São Paulo (811,1 mil toneladas), Minas Gerais (535,9 mil toneladas), Paraná (247,0 mil toneladas) e Bahia (230,8 mil toneladas) (IBGE, 2019).

A produção brasileira de tomate é destinada em sua totalidade a dois segmentos, indústria ou processamento e mesa, também chamado de frutos para consumo *in natura* (ARÊDES et al., 2014). Englobando todas as formas de comercialização, há um consumo per capita de 39 kg ano⁻¹ em média do fruto em nosso país (CNA, 2017).

Atualmente as cultivares mais utilizadas são divididas em cinco grupos principais, um deles é designado para a indústria, possuindo hábito de crescimento determinado, e os quatro são para consumo *in natura*, que possuem hábito de crescimento indeterminado/determinado. Os grupos são conhecidos como Grupo Indústria, Santa Cruz, Cereja, Italiano e Salada (que inclui o Grupo Saladinha) (FILGUEIRA, 2000; ALVARENGA, 2013).

3.2. Tomate para processamento industrial

No Estado de Pernambuco no município de Pesqueira, ao final do século XVIII foram dados os primeiros passos para o cultivo de tomate industrial no Brasil. Após a década de 50, no Estado de São Paulo houve um avanço no segmento industrial, com a criação de agroindústrias especializadas ao processamento. Logo em seguida, as regiões Centro-Oeste e Nordeste descobriram condições ideais de cultivo, investindo assim, no cultivo do tomateiro industrial que até hoje encontram-se em contínua expansão (FRANÇA, 2007; CLEMENTE e BOITEUX, 2012).

A industrialização do tomate, permite sua disponibilidade, mediante seus derivados em períodos de entressafra. Essa atividade contribui também, na redução das perdas pós-colheita e no aumento da vida útil do fruto. Tratando-se de um fruto altamente perecível que contém de 90 a 95% de água, com pouca tolerância diante de adversidades do campo até o consumidor, o que reduz drasticamente a vida de prateleira (GAMEIRO et al., 2007).

O tomate com finalidade para processamento industrial caracteriza-se por cultivares de hábito de crescimento determinado, com a formação de inúmeras ramificações, e presença de inflorescências terminais no ápice do ramo, encerrando assim seu crescimento. Com o desenvolvimento dos frutos, o maior peso vem causar o tombamento das plantas, que usa o solo como apoio, denominando-se “tomate rasteiro” (ALVARENGA, 2012).

Devido ao crescimento prostrado do tomateiro industrial, facilita-se a realização da colheita mecanizada, com o auxílio de colhedoras automotrizes quando se tem uma topografia plana. As cultivares para tal finalidade possuem ciclo que varia entre 95 a 125 dias, além de maturação concentrada, possibilitando assim, a colheita dos frutos em uma ou duas vezes durante todo o ciclo (ALVARENGA, 2012). Seus frutos exibem coloração vermelha intensa (MELO e VILELA, 2005) com formato levemente afilado, pesando cerca de 70 a 120 gramas (RESENDE e COSTA, 2000).

A topografia plana das áreas de cultivo vem a colaborar para as práticas culturais, desde seu plantio até a colheita. Uma característica da região do cerrado brasileiro, que além disso, propicia condições climáticas ideais para o cultivo, sobretudo, no período de seca entre os meses de março a setembro, onde viabiliza a condução da cultura (ALVARENGA, 2012). No Brasil predominava-se a colheita pelo uso de mão-de-obra, até meados de 1998, quando iniciou-se a colheita mecanizada, obtendo reais incentivos a partir de 2004, por conta de projetos elaborados pela multinacional britânica Unilever (JACINTO et al., 2012).

O cultivo da cultura do tomateiro para fins industriais, não ocorre em ambiente protegido, sendo sensível às pragas e doenças, intensificando as aplicações de defensivos químicos, mostrando-se com alto risco econômico apesar da rentabilidade (SILVA e GIORDANO, 2000; ASSUNÇÃO et al., 2013).

O Tospovírus, que causa a doença “vira-cabeça”, trazia grandes problemas para o cultivo do tomate rasteiro na região Nordeste do país, tornando sua produção inviável apesar das condições favoráveis. Diante disso, foi lançada pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco em 1998, a cultivar Viradoro, apresentando resistência ao “vira-cabeça” tornando-a uma das principais cultivares comerciais de tomate rasteiro exploradas em território nacional. Outra cultivar desenvolvida com o intuito de resistência genética a problemas fitossanitários é a Redenção, que foi obtida por meio de seis ciclos de seleção do cruzamento entre a linhagem LA 3473 e a cultivar Viradoro. Ela caracteriza-se por ciclo de 100 a 110 dias, frutos alongados, bi ou triloculares, com peso de 110 gramas, e pela resistência a Tospovírus e Geminivírus (FERRAZ et al., 2003).

Recentemente os produtores estão preferindo o uso de cultivares híbridas, em razão da acumulação de inúmeras características de interesse em uma única cultivar. Os híbridos proporcionam uniformidade nas lavouras, maiores ganhos com produtividade, número de sementes por fruto e índice de colheita concentrado (BOITEUX et al., 2012).

No início da década de 90, houve um incremento da produção de tomate rasteiro por conta da expansão da área cultivada, bem como o nível tecnológico dos produtores (PEREIRA et al., 2012). Entre os anos de 1990 a 2000, a produtividade média nacional, aumentou de 34 t ha⁻¹ para 75 t ha⁻¹ (MELO e VILELA, 2005). Em 2011, o aumento foi expressivo, para 88,2 t ha⁻¹ (VILELA et al., 2012). Entre os anos de 2000 a 2011, a produção elevou-se de 1,08 milhões de toneladas para 1,87 milhões de toneladas, com uma área plantada de 12,6 mil hectares para 21,3 mil hectares, portanto, nota-se que a tomaticultura industrial encontra-se em ascensão em nosso país (CLEMENTE e BOITEUX, 2012).

Conforme dados da Word Production Estimate of Tomatoes for Processing - WPTC (2019), na safra de 2018 o maior produtor de tomate para processamento foram os Estados Unidos, obtendo produção de 11,13 milhões de toneladas, seguido pela Itália com 4,65 milhões de toneladas e China 3,8 milhões de toneladas. Enquanto, o Brasil produziu 1,40 milhão de toneladas, ocupando a quinta posição na produção mundial de tomates para processamento.

Medidas como o investimento em programas de melhoramento para criação de cultivares híbridas com alto potencial produtivo, cultivares tolerantes e/ou resistentes a patógenos e artrópodes-praga, inovação nas técnicas de cultivo, e melhoria na logística do transporte e comercialização do produto final, iriam possibilitar a expansão da participação brasileira nesse setor produtivo no cenário mundial (MELO e VILELA, 2005; GEOFFREY et al., 2014).

3.3. Artrópodes-praga no cultivo do tomateiro industrial

3.3.1. Aspectos gerais

No Brasil, o ataque de pragas é o principal obstáculo para a expansão da cultura do tomate rasteiro. A ampla ocorrência de *Bemisia tabaci* e *Tuta absoluta* no ano de 1991, na região Nordeste, cessou a implantação de novas áreas de cultivo que se encontravam em plena ampliação (PICANÇO et al., 2004; VIDAL, 2010).

Dentre o complexo de artrópodes-praga da cultura do tomateiro, são consideradas pragas-chaves: a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta*, a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo, a broca pequena *Neoleucinodes elegantalis*, broca grande do fruto *Helicoverpa zea*, tripes *Frankliniella schultzei*, pulgões *Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae* e a mosca-minadora *Liriomyza* spp. (GRAVINA, 2010; AQUINO et al., 2011).

A principal forma de controle desses artrópodes-praga é realizada por aplicações regulares de fitosanitários, por apresentarem facilidade de aquisição, boa eficiência e rapidez de ação quando comparado a outros métodos de controle. Entretanto, com seu uso indiscriminado e inapropriado, refletiu em problemas ambientais, à saúde humana e animal, bem como, a seleção de artrópodes resistentes aos princípios ativos existentes no mercado, e o surgimento de novas pragas potenciais (PICANÇO et al., 2007). Na Argentina, já foram encontrados indícios de altos níveis de resistências às moléculas abamectina e deltametrina em populações de *T. absoluta* por efeito da ininterrupta utilização (LIETTI et al., 2005).

Para que ocorra significativa redução no número e quantidade de aplicações de agroquímicos na cultura do tomateiro, o desenvolvimento de cultivares nos programas de melhoramento genético com elevados níveis de resistência, é a principal alternativa no manejo integrado de pragas. Visto que, são baixos os níveis de resistência do tomateiro comercial aos mais importantes artrópodes-praga.

3.3.2. Mosca-branca - *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) pertencente a ordem hemíptera e família *Aleyrodidae* foi encontrada inicialmente em plantas de fumo (*Nicotiana* spp.) em 1889 na Grécia, e assim, foi descrita por Gennadius, como sendo *Aleurodes tabaci* (MOUND e HALSEY, 1978; DE BARRO et al., 2011).

É considerada uma praga chave na cultura do tomateiro, visto que as espécies de hortaliças pertencentes às famílias Brassicaceae, Cucurbitáceas e Solanaceae, são as preferencialmente escolhidas como hospedeiros por esse artrópode. Engloba por volta de 500 espécies sua gama de hospedeiros, e dentro da família Solanaceae, evidencia-se o tomateiro, pois, sendo um inseto-praga polífago e cosmopolita, ao instalar-se causa danos severos, podendo ocasionar perdas de até 100% da produção (BUNTIN et al., 1993; CAVALCANTE et al., 2006).

Em 1923 constataram no Brasil, mais especificadamente no estado da Bahia, os primeiros indícios da existência de mosca-branca (BONDAR, 1928; LIMA et al., 2000), na tomaticultura, são duas as principais espécies, a *B. tabaci* tendo uma ovoposição média de 110 ovos por fêmea. E a *B. tabaci* biótipo B ou *B. argentifolii* descrita por Bellows e Perring (1994), que em 1990 foi evidenciada devido a maior capacidade de ovoposição da fêmea com cerca de 300 ovos, além de ter intensificado os problemas com doenças viróticas pela sua transmissão (LOURENÇÃO e NAGAI, 1994; VILLAS BÔAS et al., 1997; RIBEIRO et al., 1998; ALVARENGA, 2013).

Apresenta desenvolvimento do tipo hemimetabolía com as fases de ovo, ninfa e adulto. A duração do ciclo biológico desta praga está intimamente relacionada a temperatura. Estudos constataram, que a 32 °C o período completo do ciclo dura em média 19 dias, já aos 28 °C o período estende-se para 21 dias, sendo que em temperaturas mais amenas, aos 15 °C esse desenvolvimento, pode alongar-se alcançando os 73 dias (BROWN e BIRD, 1992; INCAPER, 2010).

O aparelho bucal da mosca-branca é do tipo picador-sugador com duas mandíbulas e duas maxilas, possuindo alta capacidade de sucção de seiva. Os adultos são insetos diminutos com aproximadamente 1 mm de comprimento, com dois pares de asas, sendo as anteriores de textura uniforme e as posteriores membranosas apresentando uma pulverulência branca. As fêmeas têm preferência pela ovoposição na superfície abaxial dos folíolos, sendo fixados por um pedúnculo curto, os ovos permanecem na folha de 3 a 6 dias até alcançar seu estágio de ninfa (INCAPER, 2010; TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011; ALVARENGA, 2013).

Seguidamente a eclosão dos ovos, as ninfas surgem translúcidas e de formato ovalado, sua cor é variável entre o amarelo e amarelo pálido; possuem pernas que facilitam sua saída do local em que foi eclodido para os demais locais da folha, possibilitando a melhor introdução de seu estilete para a sucção de seiva (INCAPER, 2010).

Os danos provocados pela mosca-branca na planta hospedeira, podem ser divididos em diretos e indiretos. Os danos diretos resultam da sucção de seiva, quando o tomateiro é exposto a altas infestações com grandes retiradas de seiva, proporcionando uma série de modificações fisiológicas na planta; assim como à injeção de toxinas, reduzindo em até 50% a produtividade da cultura do tomateiro. Também podendo ocorrer a indução irregular do amadurecimento dos frutos, constituindo aspecto esbranquiçado e esponjoso em seu interior. Outro dano direto é devido a secreção e deposição de *honeydew* na superfície foliar, que contribui para o desenvolvimento do fungo chamado fumagina (*Capnodium* sp.), resultando em um dano indireto o qual diminui a área fotossinteticamente ativa da planta (FRANÇA et al., 2000; VILLAS BÔAS et al., 2009).

Os danos indiretos acontecem pela transmissão de fitovírus, provocando intensas modificações visuais na planta atacada, até em seu desenvolvimento. A transmissão ocorre independente do período em que a planta se encontra, sendo mais severo em estágios iniciais de desenvolvimento. Os vírus que a mosca-branca pode transmitir ao tomateiro são dos gêneros *Carlavirus* (*Betaflexiviridae*), *Crinivirus* (*Closteriviridae*), *Torradovirus* (*Secoviridae*), *Ipomovirus* (*Potyviridae*), e em especial *Begomovirus* (*Geminiviridae*). Os danos causados pela geminivirose, variam entre 40 a 70%, em função da paralisação do crescimento da planta, e conseqüente, queda de produção (BROWN, 1994; FRANÇA et al., 2000; NAVAS CASTILHO et al., 2011).

A maior dificuldade no controle da mosca-branca é em atingir o alvo, em razão da permanência desses artrópodes na superfície abaxial das folhas. Ainda, por ter um ciclo biológico curto, obtém, alta capacidade de dispersão e de sofrer mutações, vindo a gerar

populações resistentes as moléculas inseticidas (SOUZA e VENDRAMIN, 2005; BLEEKER et al., 2009).

3.3.3. Traça-do-tomateiro - *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)

A traça-do-tomateiro *Tuta absoluta*, lepidóptera da família Gelechiidae, nativa da América Central é considerada uma das principais pragas da cultura do tomateiro. Inseto holometabólico apresenta metamorfose completa possuindo as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto. Os danos são causados pela lagarta, que pode alcançar 9 mm de comprimento, de cor esbranquiçada no começo, torna-se de cor esverdeada com a cabeça de tonalidade marrom. Na fase adulta é uma mariposa de tamanho diminuto (6 mm de comprimento e 10 mm de envergadura), com coloração acinzentada, podendo ovipositar de 50 a 260 ovos (INCAPER, 2010; CLEMENTE e BOITEUX, 2012; SANTOS, 2012).

O ciclo completo dessa praga é dependente das condições ambientais e do tipo de cultivo, podendo variar de 30 até 38 dias. A fase de ovo pode alcançar em média 5 dias; a fase de lagarta até 13 dias, sendo que essa possui quatro instares que são observados pelo tamanho de seu corpo (comprimento e diâmetro); já a fase de pupa vai de 10 a 11 dias; e como adulto ela pode chegar a 8 dias (COELHO e FRANÇA, 1987; INCAPER, 2010; CLEMENTE e BOITEUX, 2012; ALVARENGA, 2013).

Em 1980 foi observado no Brasil sua presença pela primeira vez, no município de Jaboticabal, Estado de São Paulo. Presume-se que sua introdução foi pelo tomate chileno, importado na época, assim, disseminando para todas as regiões produtoras da cultura por intermédio de caixas de transporte dos frutos, contendo pupas e lagartas (COELHO e FRANÇA, 1987; OLIVEIRA, 2004).

O nível de infestação dessa praga também depende das condições climáticas do local de cultivo, baixa precipitação pluviométrica, altas temperaturas e veranicos em épocas chuvosas, tendem a aumentar significativamente o nível de incidência. Já em períodos sob precipitação pluvial, e cultivos com sistemas de irrigação, podem interferir negativamente na população desta praga. Os sistemas de irrigação mais indicados para reduzir a proliferação são, por aspersão e por pivô central, pois a água vem a derrubar os ovos, lagartas e pupas que estão presentes nas plantas, cortando seu ciclo e diminuindo o potencial reprodutivo (SILVA e GIORDANO, 2000; INCAPER, 2010; CLEMENTE e BOITEUX, 2012).

Em sua fase de lagarta, o dano é direto, pois chega a consumir todo o mesofilo foliar, visto que sua alimentação forma galerias no interior das folhas. Além disso, esses ferimentos podem se tornar danos indiretos por servir como porta de entrada para fitopatógenos. Também se alimentam de folhas novas, ponteiros, flores e frutos. Os danos no ponteiro e o consumo de botões florais restringem a formação de frutos. Os frutos que apresentam perfurações e/ou galerias não são considerados comerciais, e são descartados (SOUZA e REIS, 2000; SILVA e CARVALHO, 2004; CUNHA et al., 2005).

O controle químico é o método mais utilizado quando se refere a traça-do-tomateiro, uma vez que as aplicações de inseticidas percorrem por todo o ciclo da cultura, podendo chegar em até 36 aplicações para atingir controle efetivo (CUNHA et al., 2006).

3.3.4. Ácaro-rajado - *Tetranychus urticae* (Koch, 1836)

Os ácaros pertencentes ao gênero *Tetranychus* são artrópodes da ordem Acari, da classe Arachnida, considerado uma das pragas-chave em diversas culturas de importância econômica. O ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) expressa o comportamento característico de produzir determinada quantidade de teias, que possuem inúmeras funções como, proteção contra predadores e em condições climáticas adversas; marcar território, dispersão, diminuição da eficiência dos agroquímicos e ineficiência na ação de inimigos naturais, tornando-se de difícil controle, demandando de várias aplicações de acaricidas (GERSON, 1985; MORAES e FLECHTMANN, 2008; SATO et al., 2009).

Seu desenvolvimento é constituído pelas fases ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. A reprodução se dá por partenogênese arrenótoca, onde os ovos fertilizados dão origem às fêmeas e os não fertilizados, aos machos. As fêmeas apresentam a coloração esverdeada e na lateral de seu dorso dois pares de manchas escuras, com corpo ovalado e maior em tamanho quando comparadas aos machos (medindo cerca 0,5 mm de comprimento) ou seja, alto dimorfismo sexual desta espécie (FLECHTMANN, 1989; BARBOSA e FRANÇA, 1980; SILVA e CARVALHO, 2004; MORAES e FLECHTMANN, 2008).

Taxonomistas e sistematas os consideraram artrópodes altamente especializados, por causa do seu tamanho reduzido, por apresentarem em sua fase adulta quatro pares de patas, além de cabeça, tórax e abdome fundidos e não segmentados, pela ausência de antenas e asas, e presença de quelíceras (FLECHTMANN e BAKER, 1970).

Para a ovoposição a superfície abaxial das folhas próximo as nervuras, ou sobre as teias é preferencialmente escolhida pelas fêmeas. A coloração inicial dos ovos é transparente, passando para opaca e perto da eclosão das larvas tornam-se amarelados, de formato esférico chega a medir em torno de 0,14 mm de diâmetro. Incolores e translúcidas as larvas vão escurecendo com o início de sua alimentação (GALLO et al., 2002; MORAES e FLECHTMANN, 2008).

A longevidade de *T. urticae* varia de 5 a 50 dias para machos e de 5 a 20 dias para fêmeas, pode-se estender em até 15 dias sua fase de adulto. Todavia, a duração do ciclo é bastante variável, em razão de fatores climáticos. Altas temperaturas tendem a encurtar seu ciclo, enquanto que em baixas vem a retardar seu desenvolvimento. Substâncias de defesa produzidas pelas plantas hospedeiras também atuam estendendo as fases juvenis do ácaro, da mesma maneira que, o estado nutricional da planta, sua morfologia foliar, a cultivar e espécie, tem influência direta na duração de cada fase do ciclo de vida (MORAES e LEITE FILHO, 1981; MORO et al., 2012).

Em ambiente protegido, o ácaro-rajado encontra as condições ideais para seu desenvolvimento na cultura do tomateiro. Esses artrópodes naturalmente passam de um cultivo para outro quando o tomateiro é cultivado em sucessão (SILVA e CARVALHO, 2004).

Nesse contexto o manejo eficiente do ácaro-rajado é de extrema importância, em virtude de sua elevada capacidade de aumento populacional, que pode alcançar até 25 gerações por ano, o que sinaliza necessidade de manter a população sempre abaixo do nível de dano econômico da cultura (MARUYAMA e TOSCANO, 2003).

As folhas jovens são preferivelmente escolhidas no início do ataque, quando as colônias estão estabelecidas toda a planta é atacada. As colônias desenvolvem-se na face inferior das folhas, expandindo-se para ambas as superfícies foliares (JEPPSON et al., 1975).

As plantas de tomateiro quando atacadas apresentam injúria mecânica, em consequência da alimentação dos ácaros. Sua presença é visível a “olho nu”, e a formação de teias dessa praga é facilmente identificada. Os danos são caracterizados pela raspagem da epiderme foliar, prejudicadas perdendo água e clorofila, resultando no extravasamento do conteúdo celular, e no aumento da transpiração. Dessa maneira, reduz a intensidade fotossintética, decorrendo secagem, amarelecimento e queda das folhas, e posterior desfolha. O desfolhamento ocasiona diminuição no número e no tamanho de frutos, provocando a indução da maturação precoce (FLECHTMANN, 1989; PAPA et al., 2003; SILVA et al., 2009).

3.4. Melhoramento genético do tomateiro industrial visando resistência a artrópodes-praga

A resistência genética é o recurso com maior eficácia quando diz respeito ao manejo integrado de pragas. Com a inserção de genótipos resistentes, há considerável redução e até supressão da aplicação de fitossanitários, gerando benefícios diretos ao produtor e consumidor. Esses benefícios possibilitam ao meio ambiente a preservação de predadores naturais na área, diminuindo a contaminação da água, dos solos, de resíduos no produto final, e conseqüentemente, minimizar os custos operacionais e de produção (SUINAGA et al., 2003).

Os objetivos do melhoramento genético do tomateiro rasteiro no Brasil, são: Concentração da maturação dos frutos; Obtenção de híbridos que conferem maior firmeza aos frutos e que tenham menor perecibilidade; Alta produtividade; pH adequado; Teor de sólidos solúveis (SS) igual ou maior que 4,8° (Brix); Viscosidade e coloração vermelho intensa; Arquitetura da planta, onde ramos facilitem os tratos culturais e evitem o excesso de área foliar, reduzindo a umidade e introdução de patógenos causadores de doenças foliares; Genótipos resistentes a *Sclerotinia* spp., e a fungos de solo, especialmente em áreas com cultivo sucessivo de tomate; Resistência aos mais nocivos artrópodes-praga (BOITEUX et al., 2012).

Painter (1951) descreveu a resistência de plantas a artrópodes-pragas como: “A soma relativa das qualidades hereditárias possuídas pela planta, as quais influenciam a intensidade do dano provocado pela praga”.

Descrito por Norris e Kogan (1980), as resistências de plantas às pragas têm origem por diferentes causas sendo elas divididas em fatores físicos, morfológicos e químicos. Os fatores físicos e morfológicos estão relacionados com os aspectos estruturais da epiderme da planta, como a sua textura, espessura, cerosidade, e essencialmente a presença de tricomas glandulares. Já os químicos, estão ligados a substâncias tóxicas, enzimas e antimetabólitos que atuam no comportamento e/ou metabolismo dos artrópodes-praga.

Os métodos de melhoramento da cultura do tomateiro objetivando a resistência à pragas tem sido fundamentada por meio da hibridação, que são cruzamentos interespecíficos entre espécies silvestres resistentes e o tomateiro cultivado e/ou comercial (*S. lycopersicum*). Os genótipos silvestres contém características químicas e morfológicas, que vem a ser de menor preferência e dano pelos artrópodes-praga (RESENDE et al., 2008; RESENDE et al., 2009; SILVA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; DIAS et al., 2013; NEIVA et al., 2013).

Na prática os cruzamentos compreendem na retirada do pólen das flores do genitor masculino, e posteriormente, a emasculação das flores de genitor feminino. Assim, o pólen é colocado em contato com o estigma, identificando quais flores obtiveram a fecundação mediante polinização artificial, retirando as demais flores. Na cultura do tomateiro, as gerações avançam no sentido de aumentar o grau de homozigose depois da hibridação por se tratar de uma espécie autógama (BORÉM, 1998).

Ao cruzar duas linhagens parentais contrastantes para uma característica definida ($P_1 \times P_2$), todas as plantas na (F_1) primeira geração, serão heterozigotas. Para obter-se a segunda geração (F_2), é necessário realizar a autofecundação das plantas F_1 . Resultando em plantas 25% homozigotas dominantes, 50% heterozigotas e 25% homozigotas recessivas; (AA), (Aa) e (aa) respectivamente (BORÉM, 1998).

O propósito dos retrocruzamentos a cada geração, é a transferência da característica do parental não-recorrente ou doador que se pretende introduzir na progênie e a recuperação das características desejáveis do parental recorrente. Assim, faz-se a seleção de plantas na F_2 e cruza com um dos parentais, por exemplo, com o P_1 ($P_1 \times P_2$) $\times P_1$. Nesse caso o P_1 é o parental recorrente, ao passo que o P_2 é o parental não-recorrente. Consecutivas seleções, gerações de autofecundação e de retrocruzamentos, objetivam-se plantas que tenham elevado grau de homozigose, obtendo apenas uma característica desejável do P_2 e todas as características do P_1 (BORÉM, 1998; GONÇALVES NETO et al., 2010; MACIEL et al., 2011).

Nos últimos anos, as espécies silvestres *S. peruvianum*, *S. hirsutum* e *S. pennellii* estão servindo como fontes de genes em programas de melhoramento, a fim de introduzir genes de resistência à traça-do-tomateiro em cultivares comerciais. Visto que esses genótipos silvestres de tomateiro contêm compostos adversos à traça-do-tomateiro (SUINAGA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2012; DIAS et al., 2013).

3.5. Uso de espécies silvestres no melhoramento genético

O gênero *Solanum* seção *Lycopersicon*, é composto por 13 espécies catalogadas, identificadas e reconhecidas, sendo uma delas o tomate cultivado (*S. lycopersicum*), enquanto as outras 12 são espécies silvestres nativas das regiões Andina e das ilhas Galápagos (PERALTA et al., 2008) demonstradas na Tabela 1. A diversidade de espécies desse gênero ocorreu pelo desenvolvimento em diferentes habitats e latitudes (PERALTA et al., 2005).

Tabela 1. Espécies de tomateiro reconhecidas e sua distribuição geográfica.

Seção	Grupo	Espécie	Distribuição geográfica
<i>Lycopersicon</i>	Licopersicon	<i>Solanum lycopersicum</i> <i>Solanum pimpinellifolium</i> <i>Solanum cheesmaniae</i> <i>Solanum galapagense</i>	Globalmente cultivada Costa do Equador ao Chile Ilhas Galápagos Ilhas Galápagos
	Neolycopersicon	<i>Solanum pennellii</i>	Encostas andinas ocidentais do Peru ao Chile
	Eriopersicon	<i>Solanum habrochaites</i> <i>Solanum huaylasense</i> <i>Solanum corneliomulleri</i> <i>Solanum peruvianum</i> <i>Solanum chilense</i>	Montanhas do Equador e do Peru Callejón de Huaylas, Peru Encostas andinas ocidentais do sul do Peru Costa do Peru ao norte do Chile Costa do Chile e sul do Peru
	Arcanum	<i>Solanum arcanum</i> <i>Solanum chmielewskii</i> <i>Solanum neorickii</i>	Norte do Peru, vales interandinos e costeira Sul do Peru Equador ao Peru, vales interandinos

Fonte: Adaptado de Peralta et al. (2008).

A maioria das espécies, não possuem importância econômica, sendo amplamente utilizadas no melhoramento genético, como fonte de alelos de resistência contra pragas e doenças, assim como, em melhorias na qualidade nutricional dos frutos. Com o intuito da incorporação de genes benéficos para obtenção de cultivares comerciais por intermédio de cruzamentos interespecíficos (GONÇALVES et al., 2006; RESENDE et al., 2009; GONÇALVES NETO et al., 2010; MALUF et al., 2010; DIAS et al., 2013; ALVARENGA, 2012; BAIER et al., 2015).

A resistência que algumas espécies silvestres apresentam, é por meio da produção de compostos químicos secundários que estão inseridos na composição química da planta, que formam barreiras, tanto física quanto química (FREITAS et al., 2000; GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2009; NEIVA et al., 2013). Essas características físicas e químicas das plantas interferem na biologia e no comportamento das pragas, diminuindo sua adaptação e atribuindo proteção às plantas (LARA, 1991).

As espécies silvestres *S. habrochaites*, *S. pennellii* e *S. peruvianum* são as mais empregadas em pesquisas sobre resistência a artrópodes-pragas (MARUYAMA et al., 2002; SUINAGA et al., 2004; GONÇALVES-NETO et al., 2010).

Alguns acessos têm apresentado bons níveis de resistência a pragas, com destaque para o *S. habrochaites* var *hirsutum*, que possui o sesquiterpeno zingibereno (ZGB), *S. habrochaites* var. *glabratum* por conter metilcetona 2-tridecanona e *S. pennellii* pela presença de acil-açúcares (acilglicose e acilsacarose) (CARTER et al., 1989; FREITAS, 1999; MALUF et al., 2007).

Pesquisas têm sido direcionadas aos aleloquímicos presentes em *Solanum spp.*, que manifestam níveis de resistência a artrópodos-pragas, sendo o ZGB (sesquiterpeno) o mais amplamente estudado (FREITAS et al., 2000; GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2009).

Freitas et al. (2002), ao observarem o genótipo silvestre *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826, identificaram elevada concentração de ZGB em folíolos, portanto, essa resistência das plantas se dá pela presença de substâncias químicas excretadas por tricomas glandulares existentes nos folíolos.

Os elevados teores de ZGB nos folíolos foram relacionados aos maiores níveis de repelência de uma série de pragas de importância econômica a cultura do tomateiro, tais como, os ácaros do gênero *Tetranychus*, a mosca-branca (*B. tabaci* biótipo B) e a traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) (MALUF et al., 2001; FREITAS et al., 2002; AZEVEDO et al., 2003; GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2009; NEIVA et al., 2013).

3.6. Aleloquímicos (Zingibereno)

Algumas espécies silvestres de tomateiro apresentam resistência a insetos e ácaros por possuírem genes que codificam a síntese de aleloquímicos. Os principais aleloquímicos encontrados são ésteres de glicose, sesquiterpenos e metil-cetonas, provenientes do metabolismo secundário das plantas. Por intervenção de mecanismos como antibiose e antixenose, esses aleloquímicos podem diminuir o grau de infestação, e conseqüentemente, reduzir os danos causados pelos artrópodes-praga (WILLIAMS et al., 1980; CARTER et al., 1989; BLEEKER et al., 2009; MACIEL et al., 2011; LUCINI et al., 2015).

Segundo Boiça Júnior et al. (2012), os mecanismos de resistência apresentados pelas plantas são: Antixenose, ou, não preferência pela alimentação, quando essas substâncias vem a repelir o inseto, impossibilitando sua instalação, alimentação e oviposição na planta, e por antibiose, quando há liberação de substâncias prejudiciais ou tóxicas ao desenvolvimento do artrópode-praga.

Pertencentes ao grupo químico dos terpenoides os sesquiterpenos são compostos formados por 15 carbonos, a biossíntese desse grupo realiza-se a partir da acetil-coA, na via mevalonato no citoplasma (ANDRADE, 2010). O ZGB tem a fórmula molecular $C_{15}H_{24}$, é um sesquiterpeno monocíclico que consistem três unidades de isopreno, com ocorrência em alguns genótipos silvestres de tomateiro. O nome ZGB é fundamentado pela alta quantidade

dessa substância na planta de gengibre (*Zingiber officinalis*) (FREITAS et al., 2000a; NEIVA, 2011).

Estudos realizados por Freitas et al. (2000a) confirmaram que genótipos com elevado teor de ZGB apresentam maior resistência à artrópodes-praga, quando comparados ao de baixo teor, sendo esta, uma característica herdável, e possível de ser utilizada no melhoramento genético de cultivares comerciais.

Para a quantificação de ZGB em populações segregantes, foi desenvolvida uma metodologia de seleção de plantas utilizando o espectrofotômetro, em prol dos programas de melhoramento, sendo rápida, de baixo custo e não destrutiva, e assim, tornando-se a principal técnica utilizada para essa finalidade (FREITAS et al., 2000).

Inúmeras pesquisas têm comprovado o ZGB como composto que gera resistência de plantas da cultura do tomateiro a artrópodes-praga. Há prioridades em estudos, com a utilização de materiais com elevados níveis da substância aleloquímica como genitores para obter híbridos comerciais que se mostrem tolerantes ou resistentes às principais pragas (FREITAS et al., 2000; GONÇALVES et al., 2006).

3.7. Tricomas foliares como fator de resistência

Tricomas (do grego “*trichos*”, significa pelos) são estruturas que proporcionam tolerância a condições de estresse abiótico, podendo citar a resistência a temperaturas extremas, radiação ultravioleta, congelamento, perda de água, além de promover a proteção contra o ataque de patógenos e pragas (YANG e YE, 2013).

Os tricomas são compostos por uma ou por um conjunto de células, que formam barreiras contra a herbivoria. Essas barreiras, podem ser químicas que são produzidas por tricomas glandulares, e físicas que apresenta tricomas não glandulares ou também chamados de tectores. Através da barreira química exsudam substâncias repelentes e/ou tóxicas; e pela barreira física o pouso e a locomoção dos artrópodes-praga são prejudicados (LARA, 1991; HÜLSKAMP, 2004).

Os tricomas glandulares possuem células metabolicamente ativas, que produzem, secretam e armazenam metabólitos secundários especializados, que possuem importância na proteção contra herbivoria, além de serem utilizados na produção de cultivares resistentes a insetos, e na extração desses compostos para uso industrial (SCHILMILLER et al., 2008; TISSIER, 2012).

As informações sobre tricomas multicelulares, principalmente do tipo glandular, são escassas. O tomateiro se destaca atualmente como modelo nos estudos, por ter a superfície externa de folhas e caules revestidas por tricomas glandulares (GOFFREDA et al., 1988; TISSIER, 2012).

O tomateiro cultivado possui vários tipos de tricomas em sua superfície, entretanto, não apresenta tricomas glandulares suficientes para produzir metabólitos secundários/aleloquímicos que conferem resistência a artrópodes pragas. Algumas espécies silvestres de tomateiro são fontes de conteúdo expressivo de aleloquímicos, como ocorre em *S. pennelli* e *S. galapagense*, que possuem folhas com acúmulo de acil-açúcares (AAS), e em *S. habrochaites* o qual, produz altas quantidades de metilcetonas (MK) e de zingibereno (ZGB) (LIEDL et al., 1995; BLAETH et al., 1998; SIMMONS e GURR, 2005; BLEEKER et al., 2009).

Conforme Luckwill (1943), o gênero *Solanum* apresenta, oito tipos morfológicamente distinguíveis de tricomas, incluindo quatro do tipo não-glandular (II, III V e VIII), e quatro dos tipos glandulares (I, IV, VI e VII). O tricoma glandular do tipo IV, é o que apresenta defesa contra herbívoros, estando presente nas espécies silvestres *S. pennellii*, *S. galapagense*, *S. habrochaites* e em alguns acessos de *S. pimpinellifolium* e ausente em folíolos de tomateiro cultivado (FERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2003; SIMMONS e GURR, 2005; RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2011; GLAS et al., 2012; LUCATTI et al., 2013).

Segundo Glas et al. (2012), os sesquiterpenos 7-epizingibereno e R-curcumeno, produzidos por tricomas glandulares do tipo VI de algumas espécies silvestres de *Solanum*, demonstraram ter efeito repelente em mosca branca (*B. tabaci*). A presença de sesquiterpenos como o ZGB em altos níveis, também aumentou a repelência de ácaro (*T. evansi*), e apresentou redução na oviposição e no dano por alimentação da traça-do-tomateiro (*T. absoluta*).

Inicialmente considerava-se que o ZGB ocorria apenas em tricomas glandulares do tipo VI (ápice). Mais tarde, constatou-se sua presença também em tricomas glandulares do tipo IV (CARTER et al., 1989; GIANFAGNA et al., 1992; MALUF et al., 2001; FREITAS et al., 2002).

Freitas et al., (2002), avaliou o cruzamento entre *S. lycopersicum* e *S. habrochaites* var. *hirsutum*, relatando a correlação genética positiva significativa entre o teor de ZGB e a densidade de tricomas dos tipos IV, VI e VII. Verificando que os elevados teores do aleloquímico podem ser explicados pela ação de um único loco gênico principal, que nas condições de alto teor o alelo da var. *hirsutum* é recessivo incompleto sobre o alelo de *S.*

lycopersicum. Os autores também comprovaram a ação de um loco epistático para os tricomas do tipo IV e VI.

3.8. Uso de análises moleculares no melhoramento assistido

O importante destaque e alto consumo que a cultura do tomateiro atingiu nas últimas décadas, fez com que se tornasse uma das espécies com maiores estudos genéticos, sofrendo inúmeras alterações em seu genótipo e fenótipo. Em consequência do melhoramento genético com a domesticação fora de seu local de origem, com pequeno número de espécies disponíveis, e pela substituição ou até desaparecimento de algumas espécies silvestres (SAAVEDRA et al., 2001). Com isso, refletindo em variedades com baixíssima variabilidade genética, sendo um grande obstáculo aos melhoristas que procuram desenvolver cultivares superiores (GONÇALVES et al., 2008).

Segundo Saccaro Jr., (2011), a perda da variabilidade, pode ser em parte revertida, pelas técnicas avançadas para utilização dos recursos genéticos. Nesse contexto, os bancos de germoplasma, podem ser utilizados para a conservação, manutenção e caracterização da diversidade genética do tomateiro. Acredita-se que a caracterização com o objetivo de mensurar a variabilidade e o potencial dos acessos, são aspectos essenciais ao pré-melhoramento (BROWN et al., 1989; FERREIRA, 2007).

Baseadas na análise do DNA para acelerar os processos de análise da variabilidade genética e seleção, uma vez que não sofrem interferência do meio, não há necessidade em completar o ciclo da planta para a realizar as análises, além de obter alta eficiência para distinguir materiais (FERREIRA e GRATTAPRAGLIA, 1998; RAMALHO e FURTINI, 2009).

Para Milach (1998), marcadores moleculares são: “Características de DNA que diferenciam dois ou mais indivíduos e são herdadas geneticamente”. Sendo utilizados para marcação e seleção de genes de resistência a pragas e doenças, também para avaliar e caracterizar germoplasma, na introgressão gênica, no melhoramento de genitores, e na seleção assistida por marcadores. Além disso, na aplicação em testes de pureza genética associados a caracteres quantitativos, estudos de interação genótipo-ambiente, no desenvolvimento de mapas genéticos, determinação de grupos heteróticos, regiões genômicas que afetam heterose, reconstituição de pedigrees, entre outros.

Os marcadores moleculares são classificados em dois grupos conforme a metodologia aplicada para identificação, sendo eles baseados em hibridização e na amplificação da molécula de DNA pela técnica de PCR (*Polimerase Chain Reaction*). Esta técnica permite, à amplificação quantitativa da molécula de DNA mediante sua replicação *in vitro*. Possibilitando o desenvolvimento e aplicação de marcadores moleculares, para a construção de árvores filogenéticas, em estudos específicos de sequências desejadas, mapeamento genômico, genes condicionantes de características de interesse e clonagem de genes. Podemos citar os marcadores baseados em amplificação por PCR: ISSR (*Inter Simple Sequence Repeat*), SSR (*Single Sequence Repeat*), RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) (MILACH, 1998; MARTINS et al., 2003; RAMALHO et al., 2008; OLIVEIRA, 2010).

Cada marcador tem suas características próprias que devem ser consideradas na escolha para utilização em uma análise. Como anteriormente citado, o genoma do tomateiro está entre os mais investigados, e nesse contexto, o uso de marcadores moleculares facilitaria a utilização, uma vez que há um grande número de marcadores moleculares ISSR e SSR disponíveis e que têm sido extensivamente utilizados para caracterização genética da cultura (TIKUNOV et al., 2003).

Os marcadores moleculares ISSR apresentam técnica simples, e um método baseado nos microssatélites, não havendo necessidade em conhecimento prévio do genoma. Essa técnica diferencia os indivíduos heterozigotos dos homozigotos, chamados marcadores moleculares dominantes, por outro lado, tem o benefício de analisar locos múltiplos em uma única reação. Podem estar ancorados na extremidade 5' ou 3' por 1 ou 4 bases degeneradas. O polimorfismo ou alelos polimórficos ocorrem quando há deleção ou inserção em uma sequência no genoma, que irá alterar a distância entre as repetições. Além disso, também acontece o poliformismo, pelas diferenças no comprimento do microssatélite, com maior relevância nos primers ancorados na posição 5' (GOULÃO e OLIVEIRA, 2001).

A segregação dos marcadores moleculares é resultante do polimorfismo, dessa forma, quanto maior o grau de polimorfismo dos marcadores sua eficiência será superior, resultando em mais bandas que irão variar quanto à posição, ditas bandas polimórficas (HOFFMAN e BARROSO, 2006).

A interpretação dos resultados dos marcadores moleculares ISSR é efetuada pela diferença eletroforética das bandas, quando posicionadas em locais distintos representam número diferente de pares de bases. Evidenciam um produto de amplificação de 100 a 2000 pares de bases, e necessitam de temperaturas elevadas para anelamento do *primer*. Os ISSR

são recomendados, por sua abundância e dispersão no genoma, por produzirem resultados satisfatórios quanto à reprodutibilidade, quantidades de locos polimórficos, qualidade de bandas, pela rapidez e confiabilidade de resultados, com custos consideravelmente inferiores quando comparados aos demais marcadores (MILACH, 1998; COSTA et al., 2010; RODRIGUES, 2010).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), *Campus* CEDETEG localizado nas coordenadas 25°23'00'' de latitude Sul e 51°29'38.50'' de longitude Oeste, e altitude de 1.024 m no município de Guarapuava, Paraná. Os trabalhos foram realizados nos laboratórios de Fisiologia Vegetal/Horticultura, sendo o experimento conduzido em ambiente protegido (casa-de-vegetação) e em câmaras climatizadas, pertencentes ao NPH- Núcleo de Pesquisa em Hortaliças durante os anos de 2018 e 2019. As análises moleculares para a seleção assistida foram realizadas nas dependências do LGBMV - Laboratório de Genética e Biologia Molecular Vegetal, localizado no AMBIOTEC – Centro de Pesquisas Avançadas Ambientais, Bioenergéticas e Biotecnológicas da UNICENTRO.

A altitude tem influência direta sobre o clima frio e úmido, que conforme a classificação de Koeppen, é do tipo temperado Cfb, apresentando verões amenos, com geadas severas e sem estação seca definida (IAPAR, 2019).

O solo utilizado foi coletado no próprio *campus* da Universidade, em áreas de cultivo de culturas de verão/inverno e posteriormente, peneirado e enviado para a análise química. Classificado como Latossolo Bruno, apresentam coloração bruno-avermelhadas, com enriquecimento de matéria orgânica na superfície (horizonte A, mais escuro), argilosos e muito argilosos ao longo do perfil (EMBRAPA, 2013).

4.2. Genótipos de tomateiro utilizados

Para avaliar a resistência à mosca-branca (*B. tabaci*), ao ácaro-rajado (*T. urticae*) e a traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) foram utilizados:

- *Solanum lycopersicum* cv. Redenção: cultivar de tomateiro com características para processamento industrial, resistente a geminivírus e tospovírus, com baixos teores de ZGB, sendo o genitor feminino e recorrente;
- *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826': acesso de espécie silvestre de tomateiro com alto teor de ZGB, fonte de resistência a pragas, sendo genitor masculino e doador de pólen;
- Genótipos RVTZ: grupo de genótipos de tomateiro da geração F_2RC_3 , selecionados a partir de uma população de 520 plantas quanto ao teor do aleloquímico ZGB, por meio de metodologia colorimétrica.

4.3. Obtenção das populações F_2RC_3

Os genótipos selecionados de uma população de 400 plantas em F_2RC_2 com base no alto teor de ZGB foram RVTZ 2011-79-503-p#143, RVTZ 2011-79-503-p#164, RVTZ 2011-79-335-p#250 (OLIVEIRA, 2018). Esses genótipos, são provenientes do cruzamento inicial interespecífico entre *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' parental doador e *S. lycopersicum* cv. Redenção sendo o genitor recorrente.

A atual geração usada nos experimentos desta pesquisa, é oriunda do retrocruzamento de F_2RC_2 com *S. lycopersicum* 'Redenção' em seguida, realizando sua autofecundação constituindo F_2RC_3 .

As sementeiras foram realizadas em bandejas de poliestireno expandido de 180 células, com substrato comercial e mantidas em sistema hidropônico tipo "floating", em casa-de-vegetação. O transplante ocorreu quando as mudas estavam com 4 folhas definitivas e totalmente expandidas, em vasos com capacidade de 5 dm³. Foi realizada a correção e adubação do solo conforme necessidade mostrada em análise química e recomendada para a cultura do tomateiro.

A população foi conduzida com uma haste principal, tutoradas mediante estaquia vertical, mantida em casa-de-vegetação, e irrigadas conforme necessidade das plantas.

Foram selecionados os genótipos F_2RC_3 contrastantes a partir do método espectrofotométrico para teor de ZGB, da população total de 520 plantas, contando com 140 plantas de cada genitor F_2RC_2 e, 50 de cada parental.

Tabela 2. Nomenclatura dos parentais *Solanum lycopersicum*, *Solanum habrochaites* e genealogia dos genótipos F₂RC₃, seguido de suas respectivas abreviaturas. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

Genótipos	Abreviaturas
<i>S. lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’	<i>S. lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’
<i>S. habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i> PI-127826	<i>S. habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i> PI-127826
RVTZ 2011-79-503-143-p#53 (Alto)	RVTZ p#53
RVTZ 2011-79-503-143-p#105 (Alto)	RVTZ p#105
RVTZ 2011-79-503-143-p#112 (Alto)	RVTZ p#112
RVTZ 2011-79-503-164-p#237 (Alto)	RVTZ p#237
RVTZ 2011-79-503-250-p#343 (Alto)	RVTZ p#343
RVTZ 2011-79-503-250-p#344 (Alto)	RVTZ p#344
RVTZ 2011-79-503-250-p#346 (Alto)	RVTZ p#346
RVTZ 2011-79-503-250-p#348 (Alto)	RVTZ p#348
RVTZ 2011-79-503-250-p#361 (Alto)	RVTZ p#361
RVTZ 2011-79-503-250-p#448 (Alto)	RVTZ p#448
RVTZ 2011-79-503-143-p#125 (Baixo)	RVTZ p#125
RVTZ 2011-79-503-143-p#126 (Baixo)	RVTZ p#126
RVTZ 2011-79-503-143-p#128 (Baixo)	RVTZ p#128
RVTZ 2011-79-503-250-p#382 (Baixo)	RVTZ p#382

4.4. Quantificação do teor de zingibereno e seleção dos genótipos de tomateiro F₂RC₃

As análises para quantificação do teor de ZGB foram realizadas conforme a metodologia proposta por Freitas et al. (2000), em uma população de 520 plantas F₂RC₃, além das testemunhas contrastantes para teor de ZGB, *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’ para alto e *S. lycopersicum* cv. ‘Redenção’ para baixo teor de ZGB.

A quantificação ocorreu, no período de pré-floração, aos 40 dias após o transplante (DAT), onde foram coletados seis discos foliares com o auxílio de um vasador, obtendo um total de 6 cm² de área foliar de folíolos jovens, completamente expandidos, do terço superior de cada planta. Os discos foram acondicionados em tubos de ensaio e devidamente identificados.

Posteriormente, foi adicionado 2 mL de hexano em cada tubo de ensaio, procedendo em seguida, a agitação dos tubos individualmente, em agitador do tipo vórtex, por 40 segundos para promover a extração do ZGB. Logo após, realizou-se a leitura de absorbância do comprimento de onda de 270 nm, em espectrofotômetro Cary 60 UV – Vis Agilent Technologies, sendo essa absorbância diretamente proporcional a quantidade de ZGB presente nas amostras. Esse método, está diretamente correlacionado a padrões de ZGB obtidos via HPLC - Cromatografia líquida de alta performance (FREITAS et al., 2000).

4.5. Clonagem dos genótipos

Os genótipos das populações selecionados e seus parentais, foram clonados a partir da utilização de brotos axilares retirados das plantas e, enraizados em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, preenchidas com substrato comercial.

Quando os parentais e os clones apresentaram de 4 folhas definitivas e um bom enraizamento, realizou-se o transplante dos clones para vasos de polietileno com capacidade para 5 dm³, preenchidos com solo peneirado. Mantendo os vasos em casa de vegetação até os 55 DAT, recebendo os tratamentos culturais rotineiros como irrigação, tutoramento, controle de plantas invasoras, adubação, entre outras, com exceção da aplicação de defensivos, com intuito de evitar possíveis efeitos sobre os bioensaios seguintes.

4.6. Criação da mosca-branca (*B. tabaci* biótipo B), da traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) e do ácaro-rajado (*T. urticae*)

Para o início da criação, moscas-brancas obtidas de uma criação de manutenção do laboratório Fisiologia Vegetal/Horticultura da UNICENTRO foram inseridas em vasos com plantas de couve manteiga (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) para infestação.

As folhas de couve foram destacadas e colocadas sobre plantas de tomateiro da cultivar Santa Clara em gaiolas com armação de madeira (1,0 x 1,0 x 1,20 m) construídas com revestimento de tela antifídica. Frequentemente, inseria-se às gaiolas plantas de tomateiro sem a infestação a fim de não faltar alimentação para a criação.

Foi previamente estabelecida uma população de traça-do-tomateiro em plantas de tomateiro cultivar Santa Clara, em gaiola de madeira com tela antifídica. A infestação foi realizada com a retirada das plantas contendo (*T. absoluta*) da gaiola, e distribuídas entre as linhas dos blocos dos genótipos F₂RC₃ e os parentais na casa-de-vegetação.

Para o início da criação programada de ácaros, realizou-se a coleta a partir da ocorrência natural em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.), mantidas em casa-de-vegetação. Posteriormente, foi realizada a identificação quanto à espécie no laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Centro-Oeste e iniciada a criação da população em plantas de feijão (*P. vulgaris*) acondicionadas em ambiente controlado (BOD), com temperatura de 25 °C e umidade de 55 %, para a manutenção e reprodução. Os adultos fêmeas foram separados com o auxílio de um

pincel e um microscópio estereoscópio e colocados, em folíolos permanecendo por 72 horas em BOD com água disponível para sua oviposição. Em seguida, as fêmeas foram retiradas e voltaram para os vasos de feijão. Procurando manter os folíolos sempre saudáveis, aguardou-se quinze dias até a eclosão da nova população para posterior uso nos bioensaios.

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

4.7. Teste de resistência à mosca-branca (*B. tabaci* biótipo B) nos genótipos F₂RC₃

Os genótipos selecionados para os bioensaios com alto teor de ZGB foram: RVTZ p#348; RVTZ p#112; RVTZ p#361; RVTZ p#344; RVTZ p#343; RVTZ p#448; RVTZ p#53; RVTZ p#346; e para baixo teor RVTZ p#128; RVTZ p#125; RVTZ p#382; RVTZ p#126; e seus genitores como testemunha *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' e a cultivar comercial *S. lycopersicum* cv. 'Redenção'. O bioensaio foi instalado em casa de vegetação, utilizando o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições de plantas clonadas, sendo cada vaso com uma planta considerado uma unidade experimental.

A infestação ocorreu no dia 18/01/2019 com a retirada dos vasos da cultivar Santa Clara que estavam nas gaiolas, e espalhadas entre as linhas dos blocos dos genótipos F₂RC₃ com teores contrastantes e os parentais.

A avaliação foi feita pela contagem do número de ovos, ninfas e exsúvias encontradas no folíolo. Foram coletados três folíolos jovens totalmente expandidos sendo um do terço superior, um do terço mediano e um do terço inferior de cada planta, sendo acondicionados em caixas gerbox, identificados e conduzidos até o laboratório.

Com o auxílio de microscópio estereoscópico binocular, a contagem foi realizada na superfície abaxial do folíolo, em uma área foliar correspondente a 2 cm², excluindo-se a nervura central.

Foram realizadas quatro avaliações com intervalo de sete dias entre elas. A primeira avaliação ocorreu sete dias após a infestação em 25/01/2019, a segunda em 01/02/2019, a terceira em 08/02/2019 e a última em 15/02/2019.

4.8. Teste de resistência à traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) nos genótipos F₂RC₃

No bioensaio foram utilizados os clones descritos no subitem 4.7 dos genótipos F₂RC₃, selecionados para alto e baixo teor de ZGB. Como testemunhas o parental silvestre *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' e o parental comercial *S. lycopersicum* cv. 'Redenção'.

O experimento foi conduzido por meio do delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada bloco constituído pelos genótipos selecionados para teores contrastantes, e seus parentais. Cada unidade experimental foi constituída por uma planta/vaso (quatorze genótipos/tratamento, quatro repetições), totalizando cinquenta e seis vasos.

No pré-florescimento, os genótipos foram submetidos à infestação com a traça-do-tomateiro que estavam sendo criadas em gaiola, mantidas em plantas de tomateiro da cultivar Santa Clara. A infestação foi realizada com a distribuição dos vasos com a cultivar Santa Clara infestados entre as linhas dos genótipos F₂RC₃ e dos parentais.

A análise da severidade dos danos causados pela *T. absoluta* foi realizada nos três terços da planta (inferior, médio e superior), de acordo com escala de notas proposta por Labory et al. (1999), ilustrada na Tabela 3.

Tabela 3. Escalas de notas utilizadas para a avaliação das lesões nos folíolos (LF) e porcentagem de folíolos atacados (PFA) em plantas de tomateiro infestadas por *Tuta absoluta*.

LF – Notas de Lesão nos folíolos	
0	Sem lesão
1	Lesões pequenas e pouco numerosas
2	Lesões pequenas e médias, pouco numerosas, localizadas frequentemente nos bordos dos folíolos
3	Lesões médias e grandes, numerosas e coalescentes, bordos dos folíolos Deformados
4	Lesões grandes coalescentes, folíolos completamente deformados
5	Lesões tomando todo o folíolo
PFA – Porcentagem de folíolos atacados	
0	0% de 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	>80,1 a 100% de folíolos atacados

Fonte: Labory et al. (1999).

As avaliações foram realizadas por cinco avaliadores, iniciando sete dias após a infestação (13/02/2019) e com intervalado de sete dias entre elas (20/02/2019; 27/02/2019; 06/03/2019 e 13/03/2019). Sendo considerada, a média das notas para cada unidade experimental e tipo de avaliação.

4.9. Teste de repelência ao ácaro-rajado (*T. urticae*) nos genótipos F₂RC₃

Para o bioensaio de repelência ao *T. urticae* foram utilizados os genótipos F₂RC₃ selecionados para altos e baixos teores de ZGB, e como testemunhas foram utilizados o parental silvestre *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' (altos teores de ZGB) e o parental comercial 'Redenção' (baixos teores de ZGB).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições, sendo cada folíolo do genótipo correspondente a uma repetição, igualmente para a superfície abaxial e adaxial dos folíolos.

O teste conhecido como 'corrida do ácaro', foi realizado seguindo a metodologia proposta por Weston e Snyder (1990). Foram retirados folíolos jovens completamente expandidos, do terço superior de cada genótipo na fase de pré-florescimento das plantas. Posteriormente, levados ao laboratório de Fisiologia Vegetal da UNICENTRO, foi fixado no centro de cada folíolo uma tachinha (percevejo) de 9 mm de diâmetro, com a superfície adaxial voltada para cima, em uma folha de papel sulfite A4, sobre uma superfície de isopor. Em seguida, foram liberados dez ácaros fêmeas no centro da tachinha de cada um dos genótipos com o auxílio de um pincel fino.

A leitura foi realizada após 20, 40 e 60 minutos de exposição, foram mensuradas as distâncias percorridas pelos ácaros em milímetros, com auxílio de uma régua, sobre a superfície do folíolo a partir do centro da tachinha.

Segundo Weston e Snyder (1990), quanto menor a distância percorrida pelo ácaro sobre a superfície do folíolo, maiores são os níveis de resistência. Portanto, os ácaros que permaneciam sobre a tachinha foram considerados como zero a distância percorrida; A distância máxima foi aquela em que o ácaro percorreu do centro da tachinha, até a maior extremidade foliar. Distâncias menores foram consideradas níveis elevados de repelência.

4.10. Identificação e quantificação dos tricomas foliares

Para que fosse realizada a identificação dos tricomas, foram coletados aos 45 dias após o transplante do terço médio das plantas, aproximadamente cinco folíolos jovens totalmente expandidos dos genótipos selecionados da população F₂RC₃. Para alto teor foram RVTZ p#348; RVTZ p#112; RVTZ p#361; RVTZ p#344; RVTZ p#343; RVTZ #448; RVTZ p#53; RVTZ p#346; e para baixo teor RVTZ p#128; RVTZ p#125; RVTZ p#382; RVTZ p#126; e também seus genitores *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' e *S. lycopersicum* cv. comercial 'Redenção'.

As amostras foram cortadas conforme o tamanho das lâminas (aproximadamente 12 mm²), e confeccionadas quatro lâminas da face abaxial e adaxial de cada genótipo, nas quais com o auxílio de um esmalte cosmético incolor adicionou-se grafite moído. As lâminas cortadas foram submetidas a análise em Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV, modelo Vega3 da Tescan[®] em tamanho de câmera XM e HV – tensão de aceleração a 5kv, para captura de quatro imagens com 1 mm² das faces abaxial e adaxial.

A identificação e contagem dos tipos de tricomas, encontrados nos folíolos foi realizada por meio das quatro repetições das imagens, conforme a classificação descrita por Luckwill (1943), sendo identificados em glandular tipo I, IV, VI, VII e não glandular tipo III, V, VIII (Tabela 4).

Tabela 4. Descrição dos tricomas de *Solanum lycopersicum* de acordo com Luckwill (1943).

	Tipo	Descrição
Glandular	I 	Apresenta o maior comprimento em comparação aos demais tricomas glandulares (700-2000 mm). Tem células da base diferenciadas e presença de cabeça unicelular em sua extremidade apical
	IV 	Assemelha-se ao tipo I, tendo como diferenças básicas o seu comprimento (200-400 mm) e células basais semelhantes às do pedúnculo
	VI 	Tem comprimento que varia entre 200-400 mm com pedúnculo que se afila da base para o ápice, cabeça multicelular e tetralobular. Tem células da base diferenciadas
	VII 	Apresenta cabeça multicelular tetralobular, bem mais evidenciada que a do tipo VI; seu pedúnculo mantém-se com diâmetro uniforme desde a base até a extremidade apical. É o menor tricoma, com comprimento de 50 a 100 mm.
Não Glandular	II 	Não glandular, menores que o tipo I (0,2-1,0 mm), base de multicelular
	III 	Não glandular de aparência fina que consiste de 4-8 células e 0,4-1,0 mm de comprimento, com base unicelulares e plana.
	V 	Não glandular de aparência fina que consiste de 4-8 células e 0,4-1,0 mm de comprimento, com base unicelulares e plana.
	VIII 	Não-glandular composto por um basais e células de espessura com uma inclinação na ponta

Fonte: Adaptado de GLAS et al. (2012).

4.11. Análises moleculares

4.11.1. Material vegetal

Para as análises moleculares foram utilizados dez genótipos F₂RC₃, (RVTZ p#53; RVTZ p#105; RVTZ p#112; RVTZ p#237; RVTZ p#343; RVTZ p#344; RVTZ p#346; RVTZ p#348; RVTZ p#361; RVTZ p#448) selecionados para alto teor do aleloquímico ZGB e seus parentais *S. lycopersicum* cv. 'Redenção' como genitor feminino recorrente e *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' como genitor masculino doador de pólen.

Para a extração do DNA, foram coletados folíolos jovens da região apical da planta de cada genótipo selecionado mantidos em casa-de-vegetação, rapidamente armazenadas em papel alumínio e mantidas em nitrogênio líquido (N₂).

4.11.2. Extração do DNA

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de genética e biologia molecular vegetal (LGBMV), utilizando a metodologia proposta por Sharma et al. (2008) para o procedimento de extração. O material vegetal foi macerado manualmente com a utilização de nitrogênio líquido (N₂), permitindo o rompimento das paredes celulares e formando um pó bem fino. Em seguida, foi armazenado sob identificação em microtubos, e mantidos a temperatura de -20 °C até o momento da extração.

A extração foi realizada por lise das células vegetais, separação e precipitação do DNA pelo protocolo utilizando PEG - *Polyethylene Glycol*, contendo: 1 mL do tampão de extração (20 mM EDTA; 0,1M Tris-HCL (pH 8,0); 2,0M NaCl; 2% CTAB; 2% PVP; 2,0% β-mercaptoethanol), adicionado em um tubo com 100 mg de tecido, e colocados em banho maria a 65 °C por um período de 30 minutos.

Posteriormente, o DNA passou pelo processo de separação da solução de extração, por meio da precipitação com fenol:clorofórmio:álcool isoamílico (25:24:1) e centrifugação. Em seguida, foi precipitado com PEG e passou por diversas lavagens em etanol, para alcançar um alto nível de pureza. Assim terminada a extração, o DNA foi ressuscitado em TE (10mM Tris-HCL; pH 8,0; 1mM EDTA), tratado com RNase (10 mg/mL) a 37 °C por 30 min, e armazenado a -20 °C até ser utilizado.

A quantificação e confirmação da integridade do DNA foi efetuada por eletroforese em gel de agarose 1,8%, e corados com brometo de etídio, utilizando como padrão quantidades conhecidas do DNA do fago λ (50; 100; 200 e 400 ng).

4.11.3. Amplificação via PCR

Na PCR o DNA de cada genótipo foi amplificado com 10 *primers* ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) (Tabela 2). A reação de amplificação para cada genótipo foi composta por 20 ng de DNA genômico, 0,5 μ M de *primer*, 1,5 mM de $MgCl_2$, 200 μ M de cada dNTP, 1 unidade de Taq DNA Polimerase, 1,5 μ l de tampão para PCR 1x, e água para completar o volume final de 12,5 μ l.

Para amplificação a programação do termociclador consistiu de uma desnaturação inicial do DNA a 94 °C por 5 minutos, seguidos de 35 ciclos a 94 °C por 45 segundos, temperatura de anelamento (TA) determinada para cada um dos *primers* (Tabela 5), por 45 segundos e 72° C por 90 segundos. Ao término dos 35 ciclos, foi realizado um passo a 72 °C por 5 minutos para extensão final dos fragmentos amplificados.

Os produtos da amplificação via PCR, foram resolvidos em eletroforese em gel de agarose 1,8%, corado com brometo de etídio (0,5 μ g mL⁻¹), submetido a uma corrente constante de 110V durante 4 horas e visualizados sob luz UV - Ultra violeta. DNA *Ladder* 100 pb foi usado como marcador de pares de bases para determinar o tamanho dos fragmentos amplificados, posteriormente fotodocumentado com sistema digital.

Tabela 5. Identificação dos *primers* ISSR utilizados neste estudo, com sua sequência e temperatura de anelamento TA (°C). Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

<i>Primer</i>	Sequência* (5'-3')	TA (°C)
UBC-807	(AG)8T	52°
UBC-808	(AG)8C	50°
UBC-809	(AG)8G	55°
UBC-810	(GA)8T	52°
UBC-811	(GA)8C	52°
UBC-815	(CT)8G	52°
UBC-827	(AC)8G	53°
UBC-835	(AG)8YC	52°
UBC-836	(AG)8YA	53°
UBC-848	(CA)8AGG	55°

* Y = (C,T)

4.12. Análises estatísticas

4.12.1. Bioensaios de mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) e tricomas foliares

Os dados foram submetidos a análise de distribuição normal e homogeneidade das variâncias, porém não apresentaram distribuição normal e nem homogeneidade, logo descartou-se o uso da análise de variância (ANOVA) e utilizou a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, seguida do teste de agrupamento de Dunn. Foram obtidas correlações por meio das correlações de Spearman e contrastes ortogonais pelo teste de Scheffé. As análises foram feitas no software IBM SPSS® 22. Os dados foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) pelo programa STATISTICA® 8.

4.12.2. Análises Moleculares

Com as imagens dos géis foi realizada uma minuciosa avaliação visual, gerando uma matriz binária em que os indivíduos foram genotipados quanto à presença de bandas (1) e ausência de bandas (0), originando a matriz para análise de similaridade genética entre os genótipos, estimada pelo coeficiente de Jaccard, utilizando o Software NTSYS 2.2.

5. RESULTADOS

5.1. Seleção de genótipos de tomateiro F₂RC₃ baseada no teor de zingibereno

A partir das leituras em absorvância foram selecionadas plantas com teores contrastantes do aleloquímico ZGB, para assim, submetê-las aos testes de resistência aos artrópodes-pragas. A seleção foi realizada, a partir das análises em triplicata, com o propósito de confirmação dos resultados. Foram selecionados genótipos com teores contrastantes de ZGB, sendo com alto teor, RVTZ p#348; RVTZ p#112; RVTZ p#361; RVTZ p#344; RVTZ p#343; RVTZ p#448; RVTZ p#53; RVTZ p#346; RVTZ p#105; RVTZ p#237 e baixo teor RVTZ p#128; RVTZ p#125; RVTZ p#382; RVTZ p#126 (Tabela 6).

Os genótipos selecionados para altos teores de ZGB apresentaram valores próximos ao observado no *S. habrochaites var. hirsutum* 'PI-127826' (testemunha com altos teores de ZGB). E os selecionados com baixos teores apresentaram valores próximos da testemunha cultivar comercial Redenção que apresenta naturalmente baixos teores de ZGB (Tabela 6).

Tabela 6. Média para absorvância de ZGB (abs 270 nm) nas testemunhas *Solanum habrochaites* var *hirsutum* ‘PI-127826’, *Solanum lycopersicum* cv. Redenção, e genótipos selecionados da população F2RC3. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

Genótipo	Absorvância
<i>S. habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i> (Alto)	0,3126
RVTZ 2011-79-503-250-p#348 (Alto)	0,2623
RVTZ 2011-79-503-143-p#112 (Alto)	0,2395
RVTZ 2011-79-503-250-p#361 (Alto)	0,2274
RVTZ 2011-79-503-250-p#344 (Alto)	0,1929
RVTZ 2011-79-503-250-p#343 (Alto)	0,1875
RVTZ 2011-79-503-250-p#448 (Alto)	0,1869
RVTZ 2011-79-503-143-p#53 (Alto)	0,1810
RVTZ 2011-79-503-250-p#346 (Alto)	0,1706
RVTZ 2011-79-503-143-p#105 (Alto)	0,1700
RVTZ 2011-79-503-164-p#237 (Alto)	0,1695
<i>S. lycopersicum</i> ‘Redenção’ (Baixo)	0,0616
RVTZ 2011-79-503-143-p#128 (Baixo)	0,0578
RVTZ 2011-79-503-143-p#125 (Baixo)	0,0571
RVTZ 2011-79-503-250-p#382 (Baixo)	0,0553
RVTZ 2011-79-503-143-p#126 (Baixo)	0,0480

5.2. Resistência à mosca-branca (*B. tabaci* biótipo B) dos genótipos F₂RC₃

Na primeira avaliação dos genótipos selecionados para teores contrastantes de ZGB, foi observado que para o número de ovos de mosca branca depositados sobre os folíolos, destacou-se os genótipos RVTZ p#343, RVTZ p#344; RVTZ p#346; RVTZ p#348, RVTZ p#361 e RVTZ p#448 selecionados para alto teor do aleloquímico, por apresentarem menores taxas de ovoposição, aproximando-se de *S. habrochaites* var. *hirsutum* que teve a menor ovoposição entre todos os materiais avaliados (Figura 1 A).

De forma geral, os genótipos selecionados para altos teores de ZGB foram superiores aos de baixo teor, inclusive a cultivar redenção.

Na segunda, terceira e quarta avaliações (Figura 1 B, C e D) houve o mesmo comportamento dos genótipos de baixo teor do aleloquímico, observado na primeira avaliação, em que os genótipos apresentaram alta incidência de ovos, evidenciando menor resistência, em comparação aos genótipos de alto teor.

Os genótipos RVTZ p#53 e RVTZ p#112 de alto teor de ZGB, obtiveram ovoposição maior que os demais genótipos de alto, nas quatro avaliações realizadas. No entanto, foram superiores, quando comparados aos genótipos de baixo teor. Apesar dos genótipos selecionados para alto teor de ZGB, apresentarem maior preferência para ovoposição que a

espécie silvestre *S. habrochaites*, ainda assim foram superiores aos genótipos de baixo teor RVTZ p#128; RVTZ p#125; RVTZ p#382; RVTZ p#126.

O genótipo silvestre *S. habrochaites* apresentou menor ovoposição, diferindo dos demais em todas as avaliações (Figura 1 A, B, C e D). Foi observado que para o número de ovos depositados sobre os folíolos, os genótipos RVTZ p#346 e RVTZ p#348 selecionados para alto teor de ZGB, demonstraram superioridade, quando comparados aos demais, com menor taxa de ovoposição (Figura 1 A, B, C e D).

Quando se compara os genótipos de alto teor com os de baixo na população segregante F₂RC₃, observou-se maior ovoposição nos genótipos de baixo (Figuras 1 A, B, C e D), inferindo-se maior preferência por estes, quando comparados aos de alto teor do aleloquímico.

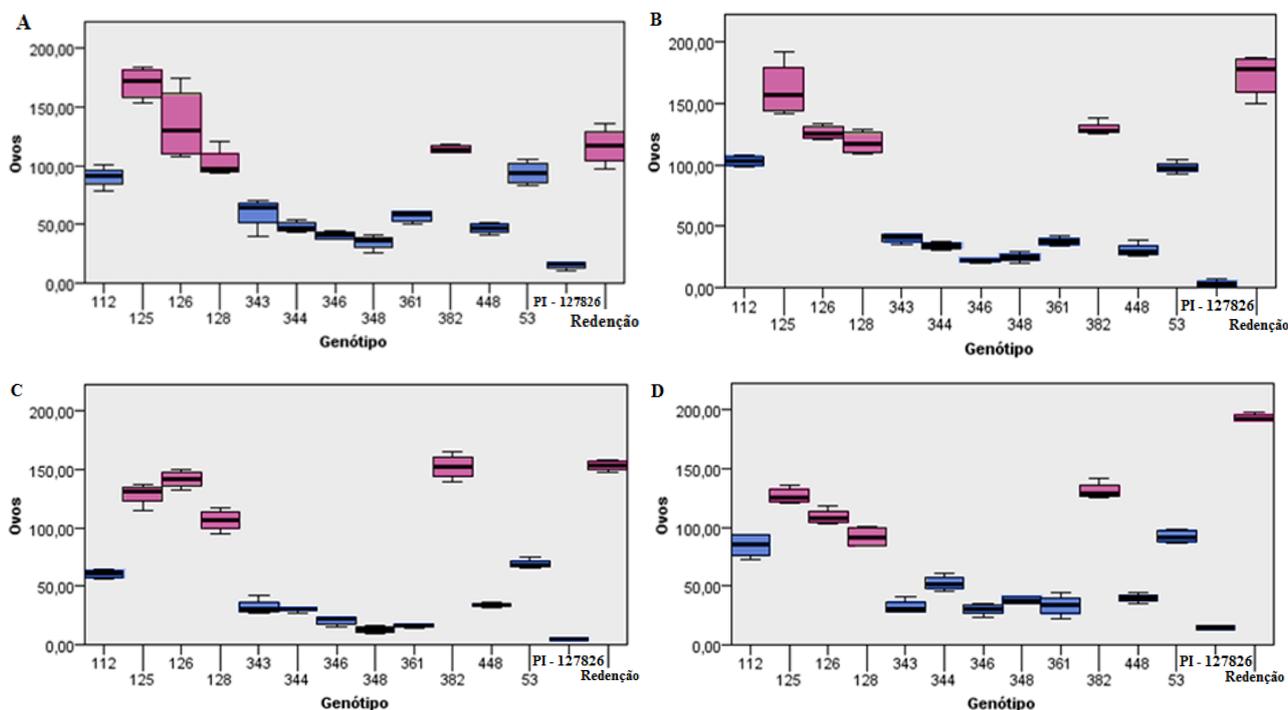


Figura 1. Ovoposição de *Bemisia tabaci*, nos folíolos dos terços inferior, médio e superior das plantas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F₂RC₃ do cruzamento entre *Solanum lycopersicum*, ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – 1ª avaliação; B – 2ª avaliação; C – 3ª avaliação; D – 4ª avaliação. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

Para o número de ninfas nos folíolos de tomateiro, o *S. habrochaites* e os genótipos selecionados para alto teor do aleloquímico foram superiores, demonstrando maior resistência, quando comparados aos genótipos de baixo teor. No entanto, ressalva-se certa instabilidade do genótipo de alto teor RVTZ p#112, para a característica em análise, entre as quatro avaliações realizadas, mostrando que houve maior ovoposição e conseqüentemente

maior eclosão e número de ninfas (Figura 2 A e B). Os genótipos RVTZ p#346 e RVTZ p#348 selecionados para alto teor, destacaram-se independente da época de avaliação, apresentando os menores valores de ninfas nos folíolos (Figura 2 A, B, C e D).

O número de ninfas nas duas primeiras avaliações demonstrou certa oscilação nos genótipos testados, mas de forma geral, os genótipos selecionados para alto teor do aleloquímico foram superiores apresentando os menores números de ninfas nos folíolos, portanto, maior resistência, quando comparados aos genótipos de baixo teor de ZGB RVTZ p#128; RVTZ p#125; RVTZ p#382 e RVTZ p#126.

Independente da avaliação o *S. habrochaites* e os genótipos RVTZ p#344; RVTZ p#346; RVTZ p#348 e RVTZ p#448, apresentaram os menores números de ninfas nos folíolos (Figura 2 A, B, C e D).

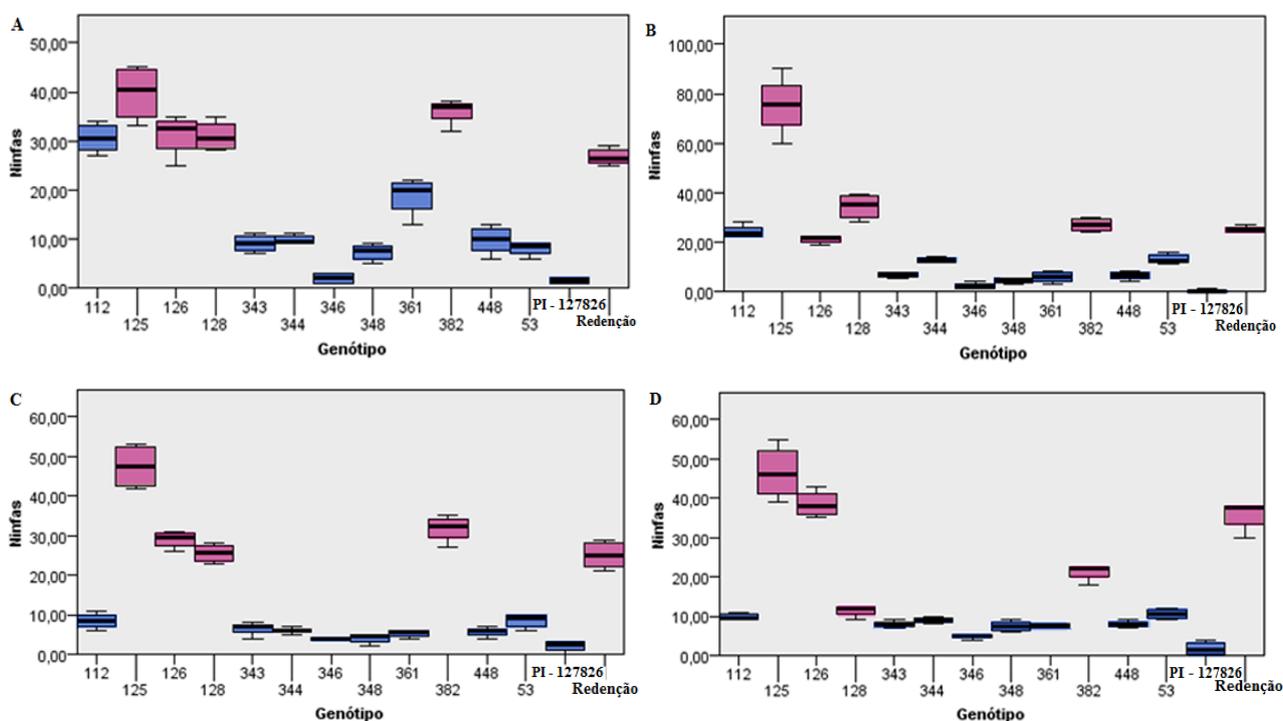


Figura 2. Ninfas de *Bemisia tabaci*, nos folíolos dos terços inferior, médio e superior das plantas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F₂RC₃ do cruzamento entre *Solanum lycopersicum*, ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – 1ª avaliação; B – 2ª avaliação; C – 3ª avaliação; D – 4ª avaliação. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

Foram identificadas correlações negativas e significativas entre teores médios de ZGB e a variável ovoposição de *Bemisia tabaci* em todas as avaliações realizadas. Já as correlações entre teores médios de ZGB e o número de ninfas de *Bemisia tabaci* foram significativas e negativas nas quatro avaliações (Tabela 7).

Por meio das estimativas dos contrastes, foi possível encontrar diferenças significativas para grupo dos genótipos com teor elevado de ZGB e o de plantas com níveis baixos do aleloquímico, nas avaliações realizadas para ovoposição e número de ninfas em todas as avaliações, conforme observado no contraste 1 (C1) (Tabela 7). Também foi observado no contraste 3 (C3), o mesmo comportamento em relação aos genótipos de alto ZGB, quando comparados a testemunha de baixo teor *S. lycopersicum* cv. comercial 'Redenção'.

Conforme hipótese desse trabalho comprova-se, que quanto maior o conteúdo do aleloquímico ZGB nos folíolos, maior a resistência do genótipo à praga, apresentando as menores médias de número de ovos e número de ninfas nas avaliações realizadas.

Tabela 7. Correlação de Spearman e estimativas dos contrastes de interesse para as médias obtidas entre o teor de ZGB (absorbância) e as avaliações de *Bemisia tabaci* nos parentais *Solanum lycopersicum* cv. 'Redenção' e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-12782. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

	Ovos				Ninfas			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Correlação (r)	-0,799**	-0,777**	-0,766**	-0,722**	-0,738**	-0,782**	-0,853**	-0,734**
Contraste	Estimativa				Estimativa			
C1 – Genótipos de alto ZGB vs. baixo	-90,81*	-105,61*	-102,91*	-70,75*	-24,50*	-37,20*	-29,00*	-24,73*
C2 – Genótipos de alto ZGB vs. PI - 127826	30,10	27,05*	18,00	24,25*	8,00	6,05	3,00	5,60
C3 – Genótipos de alto ZGB vs. 'Redenção'	-71,40*	-143,45*	-130,75*	-154,75*	-17,25*	-18,70	-20,00*	-28,40*
C4 – Genótipos de baixo ZGB vs. PI - 127826	120,91*	132,66*	120,92*	95,00*	32,50*	43,25*	32,00*	30,33*
C5 – Genótipos de baixo ZGB vs. 'Redenção'	19,41	-37,83*	-27,83*	-84,00*	7,25	18,50	9,00	-3,66

** Significativo a 1% de probabilidade.

*Significativo a 5% de probabilidade.

5.3. Resistência à traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) nos genótipos F₂RC₃

5.3.1. Lesões nos folíolos

Na primeira avaliação para a variável lesão nos folíolos, todos os genótipos selecionados para alto teor de ZGB, não apresentaram diferença significativa, quando comparados ao *S. habrochaites*, e os genótipos de baixo teor quando comparados a cv.

Redenção (Figura 3 A), ou seja, os genótipos com elevados teores obtiveram valores inferiores de lesões nos folíolos quando comparados aos selecionados para baixo teor do aleloquímico.

Na terceira avaliação, o genótipo RVTZ p#346 selecionado para alto teor de ZGB demonstrou superioridade quando comparados aos demais, com menor lesão (Figura 3 C), e na quarta avaliação foram os genótipos RVTZ p#344 e RVTZ p#361 que se sobressaíram (Figura 3 D).

Os genótipos selecionados para alto teor de ZGB, apesar de sofrerem mais danos nos folíolos que a espécie silvestre, foram superiores aos genótipos de baixo teor em todas as avaliações realizadas, ou seja, lesões mais severas nos folíolos causadas pela (*T. absoluta*). (Figura 3 A, B, C e D).

Na quarta avaliação, houve aumento das lesões nos genótipos de alto teor, provavelmente pela escassez de alimentos, tendo em vista que os genótipos de baixo teor haviam sido praticamente consumidos pela traça (Figura 3 D).

De forma geral com relação as lesões nos folíolos causados pela (*T. absoluta*), os genótipos selecionados para altos teores de ZGB demonstraram superioridade quando comparados aos de baixo teor RVTZ p#128; RVTZ p#125; RVTZ p#382; RVTZ p#126 em todas as avaliações realizadas, apresentando menor número de lesões. Na última avaliação, destaca-se o baixo nível de lesões no parental silvestre *S. habrochaites* (Figura 3 A, B, C e D).

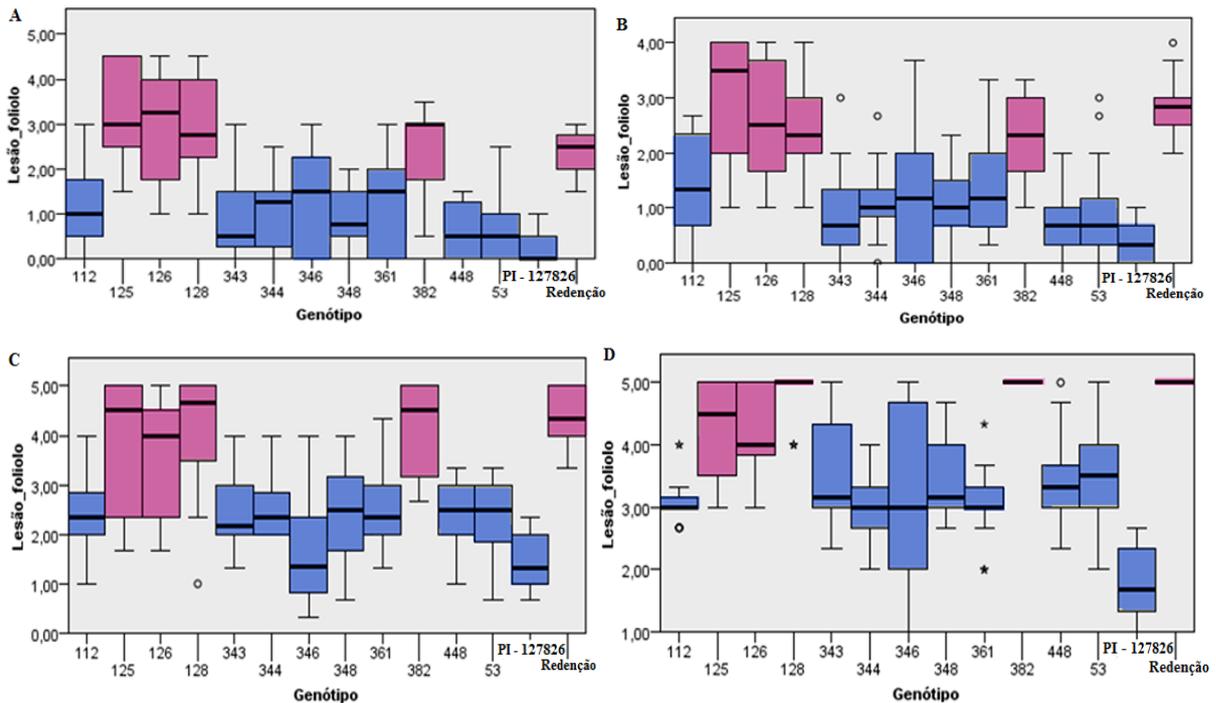


Figura 3. Lesões nos folíolos causados pela *Tuta absoluta* nos terços inferior, médio e superior das plantas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F_2RC_3 do cruzamento entre *Solanum lycopersicum*, ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – 1ª avaliação; B – 2ª avaliação; C – 3ª avaliação; D – 4ª avaliação. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

5.3.2. Porcentagem de folíolos atacados

Com relação a variável porcentagem de folíolos atacados por *T. absoluta*, foi observado que os genótipos selecionados para altos teores de ZGB juntamente com *S. habrochaites* foram superiores aos de baixo teor, demonstrando menor porcentagem de folíolos atacados (Figura 4 A, B, C e D).

Independente da avaliação, os genótipos selecionados para altos teores do aleloquímico apresentaram menor porcentagem de folíolos atacados, sendo que os de baixo teor e a cultivar Redenção, na quarta avaliação, tiveram toda área foliar consumida pela traça do tomateiro (Figura 4 D).

Na quarta avaliação, mesmo com um aumento na porcentagem de folíolos atacados nos genótipos de alto teor, e maior porcentagem de folíolos atacados que a espécie silvestre, todos mostraram-se superiores, evidenciando maior resistência, quando comparados aos genótipos selecionados de baixo teor para a característica analisada (Figura 4 D).

Pode-se destacar os genótipos RVTZ p#344 e RVTZ p#361 que apresentaram menor porcentagem de folíolos atacados (Figura 4 A, B, C e D).

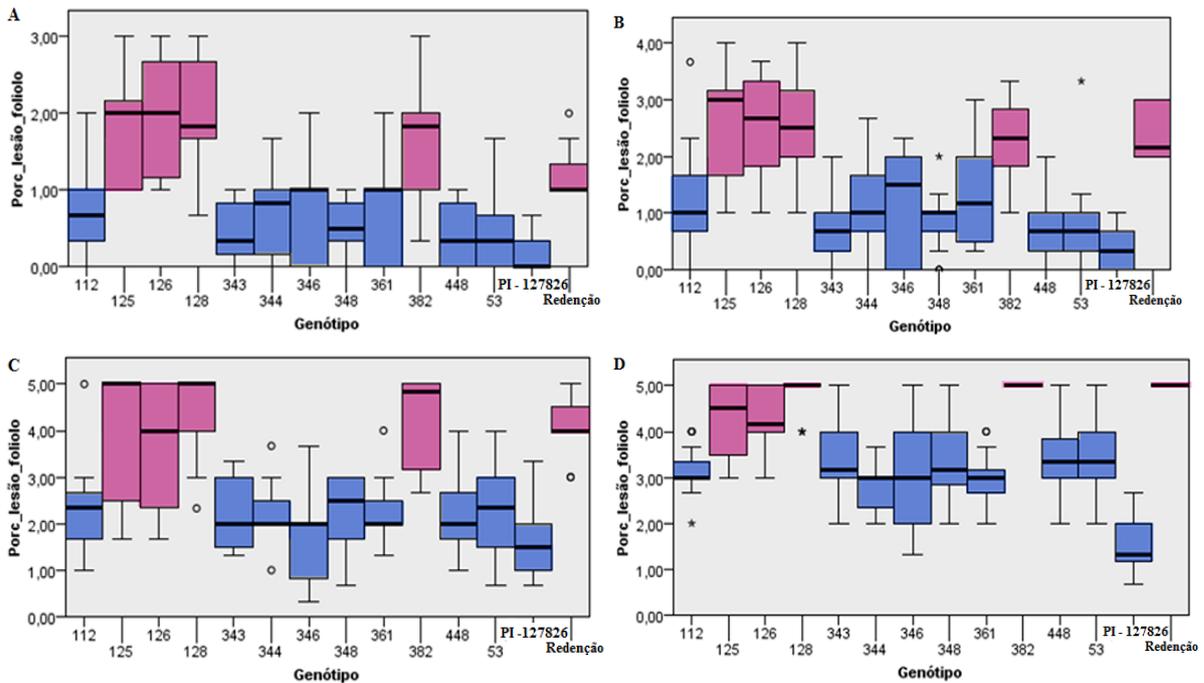


Figura 4. Porcentagem de folíolos atacados pela *Tuta absoluta* nos terços inferior, médio e superior das plantas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F_2RC_3 do cruzamento entre *Solanum lycopersicum*, ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – 1ª avaliação; B – 2ª avaliação; C – 3ª avaliação; D – 4ª avaliação. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

As correlações entre os teores médios de ZGB nos genótipos e as médias das notas para lesões nos folíolos, indicaram correlação significativa e negativa entre elas, nas quatro avaliações realizadas. Da mesma forma, houve correlação significativa e negativa entre teores de ZGB e as médias das notas para porcentagem de folíolos atacados em todas as avaliações realizadas.

As estimativas dos contrastes de interesse das médias de notas para lesões nos folíolos e porcentagens de folíolos atacados, apontaram diferenças significativas entre genótipos de alto teor comparados aos genótipos de baixo teor de ZGB, confirmado pelo contraste 1 (C1) (Tabela 8).

Por meio das estimativas dos contrastes de interesse C3 foram encontradas diferenças significativas entre os genótipos F_2RC_3 com conteúdo elevado de ZGB e a cultivar comercial ‘Redenção’. Indicando que genótipos com teores elevados de ZGB apresentaram maior resistência aos danos provocados pela traça.

Tabela 8. Correlação de Spearman e estimativas dos contrastes de interesse para as médias obtidas entre o teor de ZGB (absorbância) e as avaliações de *Tuta absoluta* nos parentais *Solanum lycopersicum* cv. ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826 e nos genótipos selecionados da população F₂RC₃. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

	Lesão folíolo				Porcentagem folíolo atacado			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Correlação (r)	-0,720**	-0,716**	-0,661**	-0,678**	-0,720**	-0,689**	-0,676**	-0,656**
Contraste	Estimativa				Estimativa			
C1 – Genótipos de alto ZGB vs. Baixo	-2,07*	-1,60*	-1,53*	-1,30*	-1,33*	-1,49*	-1,86*	-1,39*
C2 – Genótipos de alto ZGB vs. PI – 127826	0,77	0,74	0,88	1,40	0,47	0,70	0,55	1,48*
C3 – Genótipos de alto ZGB vs. ‘Redenção’	-1,30*	-1,70*	-2,10*	-1,83*	-0,55	-1,34*	-2,02*	-1,91*
C4 – Genótipos de baixo ZGB vs. PI – 127826	2,84	2,34*	2,41*	2,71*	1,80*	2,18*	2,41*	2,88*
C5 – Genótipos de baixo ZGB vs. ‘Redenção’	0,76	-0,10	-0,57	-0,53	0,78*	0,15	-0,16	-0,52

** Significativo a 1% de probabilidade.

*Significativo a 5% de probabilidade.

Além da caracterização de ocorrência e dos graus de resistência que os genótipos F₂RC₃ selecionados apresentaram, o presente trabalho mostra que, o avanço da geração está sendo acompanhado pela resistência aos artrópodes-pragas, e também que *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826 usado em programas de retrocruzamento do tomateiro, aumentam a capacidade dos genótipos afetarem de forma negativa a seleção hospedeira para *B. tabaci* e *T. absoluta*.

5.4. Teste de repelência ao ácaro-rajado (*T. urticae*) nos genótipos F₂RC₃

Houve diferença significativa para as distâncias médias percorridas pelos ácaros nos folíolos entre os genótipos avaliados (Tabela 9). Em 20 minutos, os genótipos com baixos teores de ZGB obtiveram maior caminhamento RVTZ p#125, RVTZ p#126 e RVTZ p#128 não diferindo estatisticamente do parental *S. lycopersicum* cv. Redenção.

Os genótipos selecionados para elevados teores de ZGB, RVTZ p#348 e RVTZ p#448 destacaram-se por apresentaram menor caminhamento aos 20 minutos. Os genótipos de alto teor RVTZ p#344, RVTZ p#346 e RVTZ p#361 apesar de demonstrarem

caminhamento maior que os genótipos citados acima, obtiveram menor caminhamento pelos ácaros quando comparados aos genótipos de baixo teor.

No tempo de 40 minutos, os genótipos com teor baixo de ZGB RVTZ p#125, RVTZ p#126 e RVTZ p#128 apresentaram aumento expressivo nas distâncias médias percorridas pelo artrópode, comparando com a primeira avaliação (aos 20 minutos), não diferindo estatisticamente do parental comercial *S. lycopersicum* cv. Redenção. Os genótipos de alto teor mantiveram-se com médias baixas de caminhamento, RVTZ p#344, RVTZ p#346, RVTZ p#348 e RVTZ p#448 com médias próximas ao parental silvestre.

Aos 60 minutos todos os genótipos de alto teor obtiveram médias de caminhamento menores quando comparadas aos genótipos de baixo teor. O parental silvestre *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI – 127826, teve a menor distância percorrida em todas as avaliações realizadas (Tabela 9).

O genótipo que se destacou em todas as avaliações com menor taxa de caminhamento foi o RVTZ p#344, e o genótipo que obteve resultados com maior caminhamento pelos artrópodes foi o RVTZ p#126, juntamente com o parental comercial *S. lycopersicum* cv. Redenção.

Houve correlação significativa e inversamente proporcional entre teor de aleloquímico e as distâncias médias percorridas pelos ácaros em folíolos de tomateiro nas três avaliações realizadas. A média do grupo das plantas F₂RC₃ com alto teor de ZGB, por sua vez, diferiu da testemunha silvestre PI-127826. No grupo das plantas de alto teor de ZGB, o deslocamento dos ácaros nos folíolos foi significativamente inferior em relação ao grupo dos genótipos de baixo teor.

Nos contrastes C1 e C4 (Tabela 9) observa-se pela correlação negativa, a diferença significativa entre o grupo de genótipos com o teor elevado de ZGB e o grupo com teores baixos do aleloquímico e também com o parental comercial *S. lycopersicum* cv Redenção. Comprovando que o alto conteúdo de ZGB promove a resistência das plantas ao ácaro-rajado, apresentando as menores médias de caminhamento nos folíolos.

Diante dos resultados obtidos nesse estudo, podemos reforçar a efetividade dos genótipos com altos teores do aleloquímico ZGB, como genitores em programas de melhoramento de tomateiro, visando resistência a artrópodes-praga.

Tabela 9. Distâncias médias percorridas por *Tetranychus urticae* após 20, 40 e 60 minutos de exposição à infestação, na face abaxial de folíolos nos genótipos selecionados para alto e baixo teor de ZGB na população segregante F₂RC₃ e nos parentais *Solanum lycopersicum* cv. ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

Genótipo	Teor de ZGB	Distância média percorrida (mm)		
		20 min	40 min	60 min
S. habrochaites var. hirsutum	0,3126	7,62 a	7,44 a	7,25 a
RVTZ pl#348 (Alto)	0,2623	22,25 b	26,56 bc	25,18 bc
RVTZ pl#448 (Alto)	0,1869	33,5 bc	31,68 bc	35,75 bc
RVTZ pl#344 (Alto)	0,1929	34,25 bcd	25,56 b	23,62 b
RVTZ pl#346 (Alto)	0,1706	41,06 bcd	31,12 bc	32,44 bc
RVTZ pl#361 (Alto)	0,2274	41,81 bcd	46,06 bcd	38,87 bc
RVTZ pl#125 (Baixo)	0,0571	50,68 bcd	53,12 cd	50,75 cd
S. lycopersicum cv. ‘Redenção’	0,0616	56,31 cd	63,94 d	62,75 d
RVTZ pl#128 (Baixo)	0,0578	57,43 cd	61,25 d	63,37 d
RVTZ pl#126 (Baixo)	0,0480	60,06 d	58,25 d	65 d
H (Kruskal Wallis)	-	37,45**	46,84**	50,94**
Correlação (r)	-	-0,305**	-0,496**	-0,573**
Contraste de interesse		Estimativa		
C1 – Genótipos de alto ZGB vs. baixo ZGB		-5,09*	-6,09*	-9,25*
C2 – Genótipos de alto ZGB vs. <i>S. habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i>		4,13 ^{ns}	5,55	7,76*
C3 – Genótipos de baixo ZGB vs. <i>S. habrochaites</i> var. <i>hirsutum</i>		9,21*	11,65*	17,01*
C4 – Genótipos de alto ZGB vs. <i>S. lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’		-3,97 ^{ns}	-7,63*	-9,55*
C5 – Genótipos de baixo ZGB vs. <i>S. lycopersicum</i> cv. ‘Redenção’		1,11 ^{ns}	1,54 ^{ns}	-0,30 ^{ns}

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

* Significativo a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo.

5.5 Análise de Componentes Principais (ACP)

Como houve efeito significativo da interação variáveis analisadas dos genótipos x absorvância, a análise de componentes principais (ACP) indicou quais genótipos analisados, destacaram-se em cada um dos componentes. O primeiro componente principal apresenta uma estimativa de autovalor que explica 79,27% seguido do segundo com 9,03%, sendo o primeiro componente representado pelo teor elevado de ZGB e o segundo por baixos teores (Figura 5).

Na figura 6, foi possível observar quatro genótipos cujas cargas mais contribuíram no primeiro componente principal *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’ nas variáveis

analisadas sendo eles, RVTZ p#348, RVTZ p#346, RVTZ p#448 e RVTZ p#344 respectivamente.

Considerando as variáveis analisadas de quantificação de ZGB x bioensaio de resistência a (*B. tabaci*) e (*T. absoluta*) e o teste de repelência a (*T. urticae*).

Observa-se no segundo componente *S. lycopersicum* cv. 'Redenção' os genótipos RVTZ p#126 e RVTZ p#128. Indicando assim, quais foram os genótipos cujas cargas mais contribuíram em cada um dos componentes analisados.

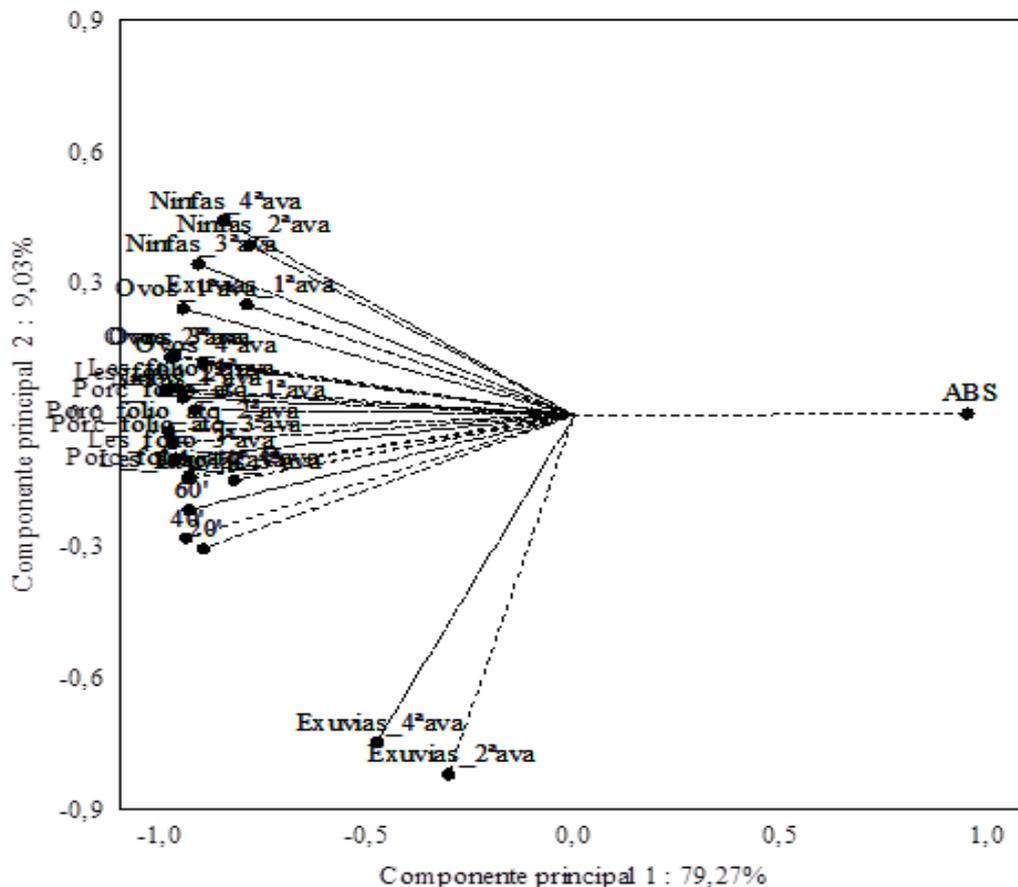


Figura 5. Análise de componentes principais (ACP), dispersão das variáveis analisadas. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

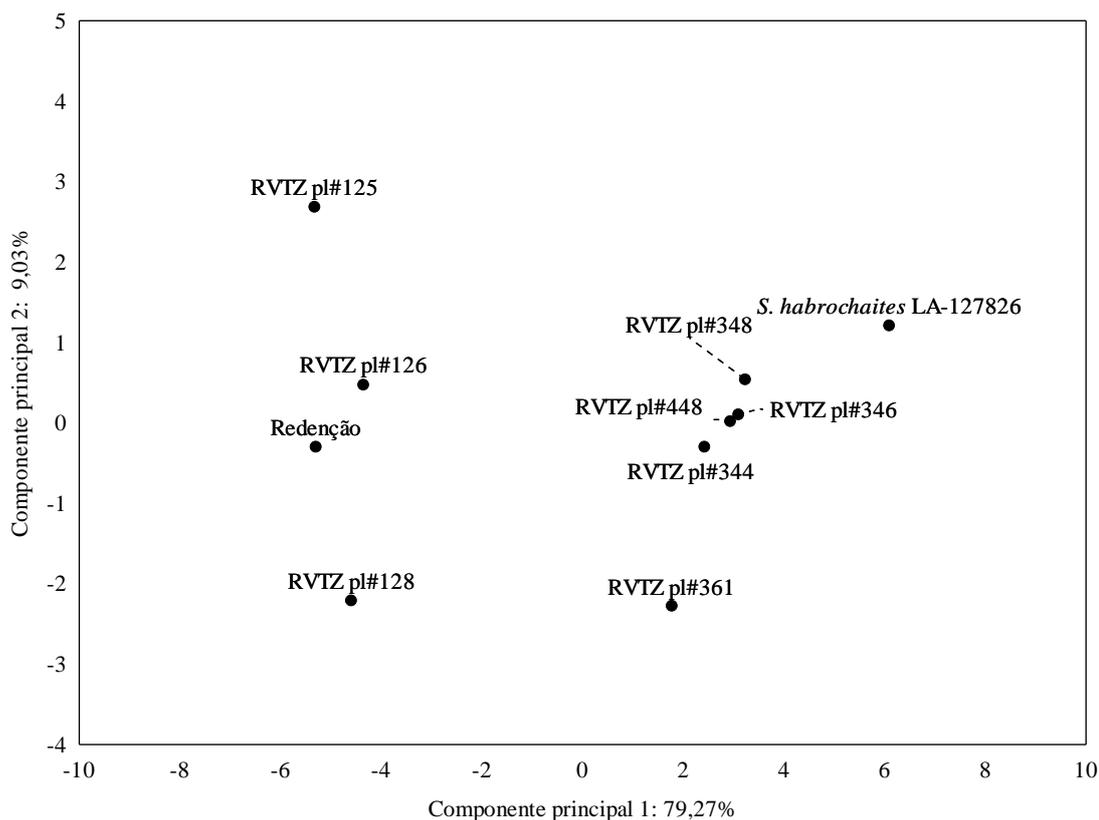


Figura 6. Análise de componentes principais (ACP), representação gráfica da dispersão dos genótipos em relação aos componentes principais. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

5.6 Identificação e quantificação dos tricomas foliares

Na face abaxial (AB) foram identificados nos genótipos com alto teor de ZGB, RVTZ pl#348, RVTZ pl#448, RVTZ pl#344, RVTZ pl#346 e no genitor *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826 os tricomas glandulares do tipo IV, em maior densidade nos genótipos RVTZ pl#348 e RVTZ pl#448 juntamente com o parental PI-127826 (Figura 7 A).

Na face adaxial (AD), foram identificados em maior proporção os tricomas glandulares do tipo IV nos genótipos RVTZ pl#346, RVTZ pl#348, RVTZ pl#448 e em *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826.

Com relação aos tricomas glandulares do tipo VI (AB), foram identificados nos genótipos com elevados teores de ZGB, sendo eles, RVTZ pl#344, RVTZ pl#346, RVTZ pl#348, RVTZ pl#361, RVTZ pl#448, e na face adaxial nos genótipos RVTZ pl#343, RVTZ pl#344, RVTZ pl#346, RVTZ pl#348, RVTZ pl#361 e RVTZ pl#448, não sendo encontrados nestas avaliações tricomas glandulares do tipo VI em *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826.

Os genótipos de tomateiro RVTZ, contendo os tricomas que produzem o aleloquímico ZGB causam alterações no comportamento dos artrópodes-praga.

Nos genótipos de baixo teor de ZGB e no parental *S. lycopersicum* cv. Redenção, também foram encontrados tricomas glandulares do tipo IV e VI, em menores quantidades comparados aos genótipos de alto teor em ambas as faces (Figura 7 A, B, C, D, E e F).

No que diz respeito aos tricomas não glandulares, pode-se verificar sua presença em todos os genótipos avaliados, com mais expressividade em relação à densidade nas faces AB e AD nos genótipos RVTZ p#126 (baixo teor de ZGB), RVTZ p#344 (alto teor e ZGB), bem como nos parentais *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826 e *S. lycopersicum* cv. Redenção (Figura 7 E e F).

Na característica densidade de tricomas, entre os genótipos analisados, o genótipo RVTZ p#348 apresentou as maiores proporções de tricomas glandular do tipo IV tanto na face AB quanto na AD, e o genótipo RVTZ p#344 demonstrou as maiores quantidades em ambas as faces do tricoma glandular do tipo VI.

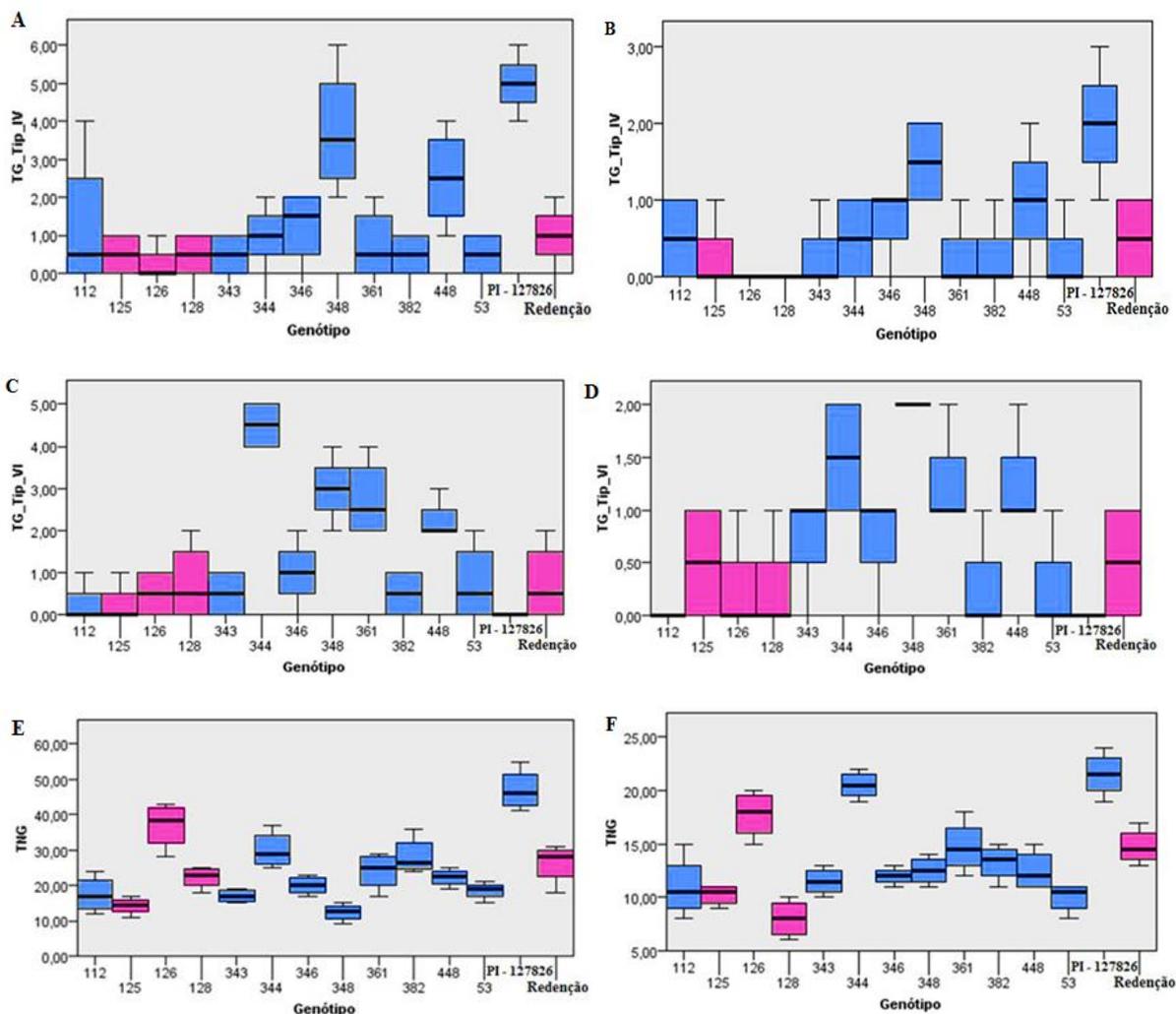


Figura 7. Tricomas glandulares identificados conforme a classificação de Luckwill (1943), nas faces abaxial (AB) e adaxial (AD) das folhas de tomateiro, selecionadas para teores contrastantes de ZGB na população F_2RC_3 do cruzamento entre *Solanum lycopersicum* cv. ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, A – Tricomas glandulares tipo IV (AB); B – Tricomas glandulares tipo IV (AD); C – Tricomas glandulares tipo VI (AB); D – Tricomas glandulares tipo VI (AD); E – Tricomas não glandulares (AB); F – Tricomas não glandulares (AD). Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

5.7 Análises moleculares

Dos dez *primers* ISSR testados, todos apresentaram produto de amplificação. O número total de fragmentos amplificados pelos dez *primers* foi de 104, resultando em média 10,4 bandas por *primer*. Destes fragmentos, 49 bandas foram polimórficas e 55 monomórficos, sendo que os polimórficos foram utilizados para as análises, gerando média de polimorfismo de 50,96%. O tamanho das bandas variou de 250 a 1500 pb.

O genótipo que apresentou maior similaridade com a cultivar ‘Redenção’ foi a RVTZ p#348, sendo também o que obteve menor similaridade com o *S. habrochaites* var. *hirsutum* em destaque na Tabela 10, seguido pelos genótipos RVTZ p#344; RVTZ p#448; RVTZ p#237 e RVTZ p#346, respectivamente.

Desta forma, os genótipos RVTZ p#348, RVTZ p#344 e RVTZ p#448 por apresentarem maior proporção de recuperação do genoma recorrente *S. lycopersicum* cv. ‘Redenção’, são indicados como genitores no programa de melhoramento, com maior potencial para futuros cruzamentos (Tabela 10).

Tabela 10. Similaridade genética obtida utilizando 49 *loci* ISSR (Inter simple sequence repeat) entre os parentais *Solanum lycopersicum* cv. ‘Redenção’ e *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’ e 10 genótipos da progenese do retrocruzamento F₂RC₃ que apresentaram maior concentração de ZGB nos testes fisiológicos. Guarapuava – PR, UNICENTRO, 2019.

	<i>S. lycopersicum</i> cv ‘Redenção’	<i>S. habrochaites</i> var <i>hirsutum</i>
<i>S. lycopersicum</i> cv ‘Redenção’	1,00	0,02
<i>S. habrochaites</i> var <i>hirsutum</i>	0,02	1,00
RVTZ p#348	0,42	0,05
RVTZ p#112	0,24	0,27
RVTZ p#361	0,29	0,25
RVTZ p#344	0,43	0,24
RVTZ p#343	0,21	0,29
RVTZ p#448	0,35	0,14
RVTZ p#53	0,11	0,14
RVTZ p#346	0,25	0,18
RVTZ p#105	0,00	0,53
RVTZ p#237	0,27	0,12

6. DISCUSSÃO

A presença de altos teores de zingibereno em genótipos avançados F₂RC₃ obtidos do cruzamento entre o cultivar comercial Redenção e o acesso silvestre, *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’ apresenta resistência a várias pragas do tomateiro. Descrito por Blanca (2011), a espécie silvestre de tomateiro *S. habrochaites* var. *hirsutum* é responsável por genes que condicionam alta resistência a pragas, contribuindo de forma favorável para o melhoramento genético da espécie.

Com os resultados desta pesquisa verificamos que as plantas obtidas na população F₂RC₃ que contem em sua constituição maiores concentrações do aleloquímico possuem características desejáveis de resistência contra *B. tabaci*, *T. absoluta* e *T. urticae*. Freitas et al. (2002), comprovaram a efetividade do ZGB na resistência a mosca branca, em genótipos selecionados em F₂, para altos teores do aleloquímico, provenientes do cruzamento interespecífico entre o tomateiro comercial *S. lycopersicum* 'TOM-556' e a espécie silvestre *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826'. O aleloquímico afetou diretamente o comportamento de *B. tabaci*, diminuindo a oviposição, e conseqüente menor número de ninfas, encontrados nos genótipos com elevados níveis de ZGB, quando comparados aos genótipos com baixos níveis. Conforme os resultados encontrados pelos autores, Neiva et al. (2013); Baldin et al. (2005) e Maluf et al. (2010), houve redução na contagem de ovos e ninfas de *B. tabaci* por unidade de área foliar, em genótipos com elevados teores de ZGB quando comparados a testemunhas comerciais, demonstrando resistência do tipo antibiose ou não preferência para alimentação. Desta forma, reforça as informações de Souza et al. (2013), indicando que teve preferência alimentar dos artrópodes-praga a genótipos com baixos teores ZGB, quando houve chance de escolha.

Diante dos efeitos estudados sobre a *T. absoluta*, genótipos com alto teor de ZGB foram mais eficientes em proporcionar resistência à traça-do-tomateiro, quando comparado a genótipos com baixo teor. Confirmado pelo trabalho de Maluf et al. (2010), onde realizaram avaliações por escala de notas, utilizando as mesmas variáveis deste estudo, comparadas com duas testemunhas comerciais Débora Max e TOM-684, com baixa concentração deste aleloquímico. Oliveira et al. (2012), também obtiveram resultados menores de danos causados pela *T. absoluta* em um genótipo melhorado para alto teor de ZGB, comparando a duas testemunhas com baixo teor TOM-584 e TOM-679, sendo semelhantes aos desta pesquisa.

Os genótipos selecionados como alto teor não obtiveram resultados de resistência iguais a *S. habrochaites*, que se mostraram superiores. Mas foi comprovada, sua maior resistência quando comparados com os genótipos de baixo teor e com o padrão de suscetibilidade, cultivar comercial Redenção. Condizendo com os estudos realizados por Picanço et al. (1995), onde a espécie *S. habrochaites*, rica em 2-TD e 2-undecanona, utiliza seus compostos voláteis para diminuir e impedir o início da alimentação e oviposição, e retardar o desenvolvimento das lagartas, apresentando mecanismo de resistência por antibiose.

A presença de ZGB em altos níveis nos folíolos dos genótipos exerceu influência sobre aspectos biológicos de *T. absoluta*. Estando de acordo com os descritos por Suinaga et

al. (2003), que verificaram no acesso silvestre *S. habrochaites* menor formação de minas no limbo foliar, elevada mortalidade de lagartas e de pupas, comparando com dois genótipos comerciais, que obtiveram sobrevivência de todas as lagartas e pupas.

Os genótipos de baixo teor tiveram maior área foliar consumida em todas as avaliações, corroborando com as pesquisas de Boiça Júnior et al. (2012), que constataram diferença significativa entre os genótipos no tempo em que as lagartas permaneceram nos folíolos, sendo que nas cultivares comerciais continuavam por mais tempo e consumiam maior área foliar do que na espécie silvestre *S. habrochaites*.

Os genótipos da população segregante F₂RC₃ apresentam médias baixas para o número de ovos e lagartas nas primeiras avaliações, e médias elevadas nas últimas, concordante aos estudos de Coelho e França (1987).

O zingibereno foi o fator responsável pela resistência a *T. urticae* por meio de repelência, obtendo menor taxa de caminhamento nos folíolos nos genótipos da população F₂RC₃. Silva et al. (2009), também alcançaram um maior grau de repelência ao ácaro-rajado em genótipos com alto teor de ZGB comparando a testemunhas comerciais. Nas pesquisas de Maruyama et al. (2002), confrontaram seis genótipos comerciais com dez materiais silvestres quanto à resistência ao ácaro-rajado, encontrando menor taxa de oviposição no acesso de *S. habrochaites* PI-127826.

Os tricomas glandulares do tipo IV e VI foram encontrados nos genótipos com elevados teores de ZGB. Os resultados encontrados por Freitas et al. (2002) apontam correlação genética positiva entre o teor de ZGB e a densidade de tricomas glandulares dos tipos IV e VI estando associados a resistência à mosca-branca, caracterizando alta herdabilidade, o que facilita a transmissão para progênes futuras. Nos bioensaios realizados por Muigai et al. (2003), também houveram relações de resistência à mosca-branca nos genótipos de tomateiro à presença de tricomas glandulares tipo IV.

Os genótipos com elevadas concentrações do aleloquímico ZGB, que apresentaram níveis satisfatórios de resistência nas avaliações bioquímicas e bioensaios com a presença dos artrópodes-pragas, foram submetidos às análises moleculares. Com o avanço das gerações mediante retrocruzamentos, a população tornou-se segregante, apresentando indivíduos com características genótípicas e fenótípicas diferentes, ou seja, diferentes proporções do genoma recorrente e doador.

O genótipo ideal para o avanço nos retrocruzamentos é, o que concilia elevados teores de ZGB, alto grau de resistência na presença de pragas e maior proporção de recuperação do genoma recorrente. Para isso, fez o uso dos marcadores moleculares ISSR,

permitindo selecionar dentre os genótipos a maior proporção do genoma recorrente, isto é, maior similaridade genética com o parental recorrente, cultivar comercial Redenção. A recuperação das características do genitor recorrente cultivar 'Redenção', visa favorecer a seleção de uma planta com características comerciais.

Santos, (2009) e Figueiredo et al., (2016), afirmaram que marcadores moleculares ISSR são eficazes, pois, constataam a divergência entre os parentais, demonstrando os contrastes dos pais para produção de híbridos de tomateiro. Sendo possível não só selecionar plantas que contêm os genes de interesse, mas também que carregam o mínimo do genoma do genitor doador.

Em estudos de variabilidade genética de tomateiro, Aguilera et al., (2011) e Kochieva (2002), ressaltam que os marcadores ISSR foram efetivos na estimativa da diversidade genética de acessos de *Solanum*, identificando os diferentes níveis de polimorfismo, sendo que houve variação entre 8,7 % a 65,6 % do polimorfismo intraespecífico, destacando sua eficiência em análises de diversidade genética dentro do gênero.

O alto grau de polimorfismo dos marcadores moleculares demonstra melhor a sua eficiência, pois, a segregação dos marcadores é dependente de polimorfismo, obtendo mais bandas que variam quanto à posição, por isso são ditas bandas polimórficas, agrupando os genótipos de acordo com sua similaridade, aumentando a confiabilidade dos resultados (FRANCO et al., 2001; HOFFMAN e BARROSO, 2006).

Os genótipos da população F₂RC₃ com teores elevados do aleloquímico ZGB, que se mostraram mais resistentes aos artrópodes-pragas nos bioensaios, e apresentaram maior similaridade genética com a cultivar Redenção foram selecionados para o avanço da geração.

A seleção assistida por marcadores moleculares contribui em programas de melhoramento genético, pois são ilimitados, neutros em relação aos efeitos ambientais, facilmente detectáveis, geram um alto nível de polimorfismo entre os genótipos testados, podendo, potencialmente, acelerar o progresso genético pelo aumento na eficiência de seleção e redução no intervalo de gerações (RAMALHO e LAMBERT, 2004).

Os resultados obtidos contribuíram positivamente para a presente pesquisa. A similaridade genética estimada pelos marcadores moleculares ISSR, demonstrou ser útil para identificar a proximidade dos genótipos de alto teor de ZGB com a cultivar comercial, ou seja, a maior proporção de recuperação do genoma recorrente *S. lycopersicum* cv 'Redenção'. Sendo de suma importância, para o avanço da geração F₂RC₄ deste programa de melhoramento.

7. CONCLUSÕES

O método de seleção por testes bioquímicos (quantificação do ZGB) permitiu a pré-seleção. Por meio dos testes de resistência á *T. absoluta* e *B. tabaci* biótipo B, e o teste de repelência ao *T. urticae* as plantas da população segregante F₂RC₃ selecionadas como portadores de altas concentrações de ZGB se mostraram superiores com destaque para RVTZ 2011-79-503-250-p#344; RVTZ 2011-79-503-250-p#346; RVTZ 2011-79-503-250-p#348; e RVTZ 2011-79-503-250-p#448, apresentando características e graus desejáveis de resistência a esses artrópodes-pragas.

Com os resultados gerados nesse estudo, a análise de componentes principais sugere que os genótipos RVTZ 2011-79-503-250-p#348; RVTZ 2011-79-503-250-p#346; RVTZ 2011-79-503-250-p#448 e RVTZ 2011-79-503-250-p#344 são os mais próximos ao parental doador *S. habrochaites* var. *hirsutum* no que diz respeito as características de resistência avaliadas.

Os tricomas glandulares do tipo IV e VI foram encontrados nos genótipos com elevadores teores de ZGB, RVTZ 2011-79-503-250-p#344; RVTZ 2011-79-503-250-p#346; RVTZ 2011-79-503-250-p#348, RVTZ 2011-79-503-250-p#361 e RVTZ 2011-79-503-250-p#448, tanto na face abaxial como adaxial dos folíolo, não sendo encontrados nestas avaliações tricomas glandulares do tipo VI em *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826. Na variável densidade de tricomas, o genótipo RVTZ 2011-79-503-250-p#348 apresentou as maiores proporções de tricomas glandular do tipo IV tanto na face abaxial quanto na adaxial, e o genótipo RVTZ 2011-79-503-250-p#344 demonstrou as maiores quantidades em ambas as faces do tricoma glandular do tipo VI.

Os marcadores ISSR identificaram o genótipo RVTZ 2011-79-503-250-p#348, RVTZ 2011-79-503-250-p#344 e RVTZ 2011-79-503-250-p#448 da população segregante F₂RC₃ com as maiores proporção de recuperação do genoma recorrente *S. lycopersicum* cv. 'Redenção' e menor similaridade com *S. habrochaites* var. *hirsutum*. Sendo assim, os mais indicados para continuidade do programa de melhoramento, visando obtenção da geração quatro de retrocruzamento.

8. 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. Sistemas de produção em campo aberto e em ambiente protegido. In: ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: Ed. UFLA, 190p, 2004.

ALVARENGA, M.A.R. Origem, botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras, MG - 2ª Ed. Lavras. Editora Universitária de Lavras, 455p, 2012.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. Lavras: UFLA, 457 p., 2013.

ANDRADE, M.A. **Óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum*, *Cymbopogon nardus* e *Zingiber officinale*: caracterização química, atividade antioxidante e antibacteriana**. Dissertação (Mestrado em Agrobiotécnica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 83p., 2010.

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, v. 2, n. 1, p. 47-51, 2011.

ARÊDES, A.F.; DE OLIVEIRA, B.V.; RODRIGUES, R.M. Viabilidade econômica da tomaticultura em Campos dos Goytacazes. **Perspectivas OnLine 2007-2010**, v. 4, n. 16, 2014.

ASSUNÇÃO, P.E.V.; SPINELLI, E.M.A.; CARDOSO, J.S. Caracterização da produção de tomate-industrial no município de Morrinhos/GO: da utilização de defensivos à vantagem dos contratos. **Teoria e Evidência Econômica**, v.19, n.40, p.153-168, 2013.

AZEVEDO, S.M de.; FARIA, M.V.; MALUF, W.R.; OLIVEIRA, A.C.B.; FREITAS, J.A. de. Resistência mediada por zingibereno à traça-do-tomateiro da América do Sul derivada de *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, v.134, p.347-351, 2003.

BAI, Y.; LINDHOUT, P. Domestication and breeding of tomatoes: What have we gained and what can we gain in the future? **Annals of Botany**, v. 100, n. 5, p. 1085–1094, 2007.

BAIER, J.E.; RESENDE, J.T.V.; FARIA, M.V.; SCHWARZ, K.; MEERT, L. Indirect selection of industrial tomato genotypes resistant to spider mite *Tetranychus urticae*. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, p. 244-252, 2015.

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, v. 34, n. 3, p. 435-441, 2005.

BARBOSA, V.; FRANÇA, F.H. As pragas do tomateiro e seu controle. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 66, p. 37-40, 1980.

BARBOSA, L. V. **Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon* spp. à traça-do-tomateiro (*Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae))**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, 1994.

BAUCHET, G.; CAUSSE, M. **Genetic diversity in tomato (*Solanum lycopersicum*) and its wild relatives**. In: Genetic diversity in plants, ÇALISKAN, M. (ed), Ed. InTech, Croácia, p. 133-163, 2012.

BLANCA, J M. Pattern of genetic variability of *Solanum habrochaites* in its natural area of distribution. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 58. p 347–360, 2011.

BLAUTH, S.L.; CHURCHILL, G.A.; MUTSCHLER, M.A. Identification of quantitative trait loci associated with acylsugar accumulation using intraspecific populations of the wild tomato, *Lycopersicon pennellii*. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 96, p. 458-467, 1998.

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, 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, 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, 344 p. cap. 2, p. 29-50, 2012.

BONDAR, G. Aleyrodídeos do Brasil. **Boletim do Laboratório de Pathologia Vegetal do estado da Bahia**, v. 5, p. 1-37, 1928.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 453 p., 1998.

BROWN, J.K. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide, **Plant Protection Bulletin**, v. 42, p. 3-32, 1994.

BROWN, J.K.; BIRD, J. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in Americas and the Caribbean Basin. **Plant Disease**, v. 76, p. 220-225, 1992.

BUNTIN, G.D.; GILBERTZ, D.A.; OETTING, R.D. Chlorophyll loss and gas exchange in tomato leaves after feeding injury by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 86, p. 517-522, 1993.

CARTER, C.D.; SACALIS, J.N.; GIANFAGNA, T.J. Zingiberene and Resistance to Colorado Potato Beetle in *Lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum*. **Journal Agriculture Culture. Food Chem.**, v. 37, p. 206-210, 1989.

CARTER, C.D.; SNYDER, J.C. Mite responses in relation to trichomes of *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* F2 hybrids. **Euphytica**, v. 34, p.177-185, 1985.

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, 2006.

CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Embrapa. p. 344. 2012.

CNA - Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil. **Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva das hortaliças do Brasil**. 79p. 2017. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/mapeamento_e_qualificacao_da_cadeia_de_hortalicas> Acesso em: 27 jul 2019.

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, 1987.

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, 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, 2006.

DE BARRO, P.J.; LIU S.S.; BOYKIN, L.M.; DINSDALE, A.B. *Bemisia tabaci*: A Declaração das Espécies Status. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 1-19, 2011.

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

DIAS, D.M.; RESENDE, J.T.V.; MARODIN, J.C.; MATOS, R.; LUSTOSA IF.; RESENDE, N.C. Acyl sugars and whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance in segregating populations of tomato genotypes. **Genetics and Molecular Research**, v.15, p.1-11, 2016.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos - SiBCS**. 3. ed. – Brasília, DF, 2013.

FAO - FAOSTAT – The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical on the United Nations. **Database Results**. Disponível em: <http://fao.org/faostat/en/#data/QC_>. Acesso em: 20 ago. 2019.

FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R.; SALINAS, M.; ALVAREZ, M.; CUARTERO, J. Inheritance of resistance to two-spotted spider mite and glandular leaf trichomes in wild tomato *Lycopersicon pimpinellifolium* (Jusl.) Mill. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Geneva. v.128, p. 188-195, 2003.

FERRAZ, E., RESENDE, L.V.; LIMA, G.S.A.; SILVA, M.C.L.; FRANÇA, J.G.E.; SILVA, D.J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 578-580, 2003.

FERREIRA, F.M. **Diversidade em populações simuladas com base em locos multialélicos**. (Tese Doutorado). Viçosa – MG, UFV. 2007.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPLAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análises genéticas**. 3ª ed. Brasília, EMBRAPA/CENARGEN. 220p., 1998.

FIGUEIREDO, A.S.T.; RESENDE, J.T.V.; FARIA, M.V.; Da-SILVA, P.R.; FAGUNDES, B.S.; MORALES, R.G.F.; Prediction of industrial tomato hybrids from agronomic traits and ISSR molecular markers. **Genetic Molecular Research**, v.15, 2016.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 421 p., 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas II - tomate: a hortaliça cosmopolita. In:_____. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 23-189, 2000.

FLECHTMANN, C.H.W.; BAKER, E.W.A. Preliminary report on the Trenchidae (Acarina) of Brazil. **Annals of the Entomological Society of America, Maryland**, v. 63, n. 1, p. 156-163. 1970.

FLECHTMANN, C.H.W. **Ácaros de importância agrícola**. 6 Ed. SP: Nobel, 189p, 1989.

FIGUEIREDO, A.S.T.; RESENDE, J.T.V.; FARIA, M.V.; Da-SILVA, P.R.; FAGUNDES, B.S.; MORALES, R.G.F.; Prediction of industrial tomato hybrids from agronomic traits and ISSR molecular markers. **Genetic Molecular Research**, v.15, 2016.

FRANÇA, B.H.C. **Cultivo e processamento do tomate**. Redetec, Rio de Janeiro, Dossiê Técnico, p.1-36, 2007.

FRANÇA, F.H.; VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M.A. Manejo integrado de pragas. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA, p. 37-59, 2000.

FREITAS, J.A. de; MALUF, W.R.; CARDOSO, M. das G.; OLIVEIRA, A.C.B. de. Seleção de plantas de tomateiro visando à resistência à artrópodes-praga mediada por zingibereno. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 919-923, 2000.

FREITAS, J.A. **Resistência genética do tomateiro *Lycopersicon* sp. à mosca branca *Bemisia* spp. mediada por zingibereno contida em tricomas glandulares**. Tese (Doutorado

em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 93p., 1999.

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, v.127, n.2, p.275-287, 2002.

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

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

GEOFFREY, S.K.; HILLARY, N.K.; ANTONY, K.M.; MARIAM, M.; MARY, M.C. Challenges and strategies to improve tomato competitiveness along the tomato value chain in Kenya. **International Journal of Business and Management**, v.9, n.9, p.205-212, 2014.

GERSON, U. Webbing. In: HELLEW, SABELIS MW (Eds) Spider mites: their biology, natural enemies and control. **Elsevier**, p. 223-232, 1985.

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

GLAS, J.R.; SCHIMMEL, B.C.J; ALBA, J.M.; ESCOBAR-BRAVO, R.; SCHUURINK, R.C.; KANT, M.R. Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v.13, p. 17076-17103, 2012.

GOFFREDA, J.C.; MUTSCHLER, M.A.; TINGEY, W.M. Feeding behavior of potato aphid affected by glandular trichomes of wild tomato. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wezep, v. 48, p. 101-107, 1988.

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 açúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 203-208, 2010.

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 LSA; RODRIGUES R; SUDRÉ CP; BENTO CS; MOULIN MM; ARAÚJO ML; DAHER RF; PEREIRA TNS; PEREIRA MG. Divergência genética em tomate estimada por marcadores RAPD em comparação com descritores multicategóricos. **Horticultura Brasileira**. Vol 26, pag. 364-370. 2008.

GOULÃO, L.; OLIVEIRA, C.M. Molecular characterization of cultivars of apple (*Malus x domestica* Borkh.) using microsatellite (SSR and ISSR) markers. **Euphytica**, vol. 122, pag. 81-89. 2001.

GRAVINA, C.S. **Produção e incidência de insetos-pragas em tomateiro orgânico sob diferentes sistemas e níveis de irrigação**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de Brasília, Brasília, 109p., 2010.

HOFFMAN, L.V.; BARROSO, P.A.V. Marcadores moleculares como ferramentas para estudos de genética de plantas. **EMBRAPA Algodão**. Documentos, 147, 35p. Campina Grande-PB, 2006.

HÜLSKAMP, M.; MISERA, S.; JÜRGENS, G. Genetic dissection of trichome cell development in *Arabidopsis*. **Cell**, Philadelphia, v.76, p. 555-566, 2004.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ. **Atlas Climático do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2533>>. Acesso em 03 ago. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Safra 2018, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil> >. Acesso em: 03 ago. 2019.

INCAPER- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Tomate**. Vitória: DCM/Incaper, 430 p., 2010.

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, p. 313-328, 2012.

JEPPSON, L.R.; KEIFER, H.H.; BACKER, E.W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: University of California Press, 614p., 1975.

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

KOCHIEVA, EZ, KHUSSEIN, IA, LEGKOBIT, MP *et al*. Detecção de polimorfismo de genoma em espécies de *Stachys* usando RAPD. **Russian Journal of Genetics** **38**, 516-520 (2002).

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)**. 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.

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

LIEDL, E.; LAWSON, D.M.; WHITE, K.K.; SHAPIRO, J.A.; COHEN, D.E.; CARSON, W.G.; TRUMBLE, J.; MUTSCHLER, M.A. Acylsugars of wild tomato *Lycopersicon pennellii* alters settling and reduces oviposition of *Bemisia argentifolli* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Annapolis, v. 88, p. 742-748, 1995.

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, 2005.

LIMA, I.P.; RESENDE, J.T.V.; OLIVEIRA, J.R.F.; FARIA, M.V.; RESENDE, N.C.V.; LIMA FILHO, R.B. Indirect selection of industrial tomato genotypes rich in zingiberene and resistant to *Tuta absoluta* Meyrick. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, p. 15081-15089, 2015.

LIMA, L.H.C.; NÁVIA, D.; INGLIS, P.W.; OLIVEIRA, M.R.V. Survey of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Brazil using RAPD markers. **Genetics Molecular Biology**, v. 23, p. 781-785, 2000.

LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 53, p. 53-59, 1994.

LUCATTI, A.F.; VAN HEUSDEN, A.W.; DE VOS, R.C.H.; VISSER, R.G.F.; VOSMAN, B. Differences in insect resistance between tomato species endemic to the Galapagos Islands. **BMC Evolutionary Biology**, New York, v. 13, doi:10.1186/1471-2148-13-175, 2013.

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**, v.9, p.45-53, 2015.

LUCKWILL, L.C. The genus *Lycopersicon*: an historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Aberdeen: **Aberdeen University Press**, 44p, 1943.

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**, v. 29, n. 2, p. 151-156, 2011.

MADEIRA, N.; REIFSCHNEIDER, F.; GIORDANO, L. Contribuição portuguesa à produção e ao consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão histórica. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 428-432, 2008.

- MALUF, W. **Melhoramento genético de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. Apostila do curso de pós-graduação em fitotecnia e melhoramento de plantas. UFLA, 2000.
- 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**, v. 121, n. 1, 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, 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.
- MARTINS, C.M.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. Utilização de RAPD como marcador molecular em plantas. **Embrapa Agrobiologia**. Documentos, 166,. Seropédica, 39 p. 2003.
- MARUYAMA, W.I.; TOSCANO, L.C.; BOIÇA JÚNIOR, A.L. BARBOSA, J.C. Resistência de genótipos de tomateiro ao ácaro rajado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p. Brasília, v.20, n.3, p.480-484, 2002.
- MARUYAMA, W.I.; TOSCANO, L.C. Tomate: reação aos ácaros. In: Revista Cultivar Hortaliças e Frutas. **Cultivar Hortaliças e Frutas**. v. 19, p. 15-18, 2003.
- MEDEIROS, R.F; CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, O.F. et al. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.
- 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, 2005.
- MILACH, S. C. K. **Marcadores moleculares em plantas**. Porto Alegre. 141 p. 1998.
- MILLER, J.C.; TANKSLEY, S.D. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 80, p. 437-448, 1990.
- MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 308p, 2008.
- 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, 1981.
- 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**, v. 42, n. 3. p. 487-493, 2012.

MOUND, L.A.; HALSEY, S.H. Whiteflies of the world. **A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data**. New York, British Mus. (Nat. Hist.) and John Wiley and Sons, 340p, 1978.

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.

NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B.V. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Agrodok 17, 104 p, 2006.

NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVÉ, E.; SÁNCHEZ-CAMPOS, S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. **Annual Review of Phytopathology**, v.49, p. 219-248, 2011.

NEIVA, I.P. **Resistência de linhagens de tomateiro à mosca branca (*Bemisia argentifolii*) relacionada a aleloquímicos e à densidade de tricomas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 31 p., 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, v. 37, n. 1, p. 61-67, 2013.

NORRIS, D.M.; KOGAN, M. Biochemical and morphological bases of resistance. In: MAXWELL, F.G.; JENNINGS, P.R. (Ed.). **Breeding plants resistance to insects**. New York: J. Wiley. p. 23-61. 1980.

OLIVEIRA, T.M.S. **PCR em tempo real: métodos e aplicações**. Dissertação Mestrado, Universidade de Aveiro, 111f. 2010.

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, 2012.

OLIVEIRA, F.A. **Antixenose em acessos de tomateiro do banco de germoplasma de hortaliças da UFV a *Tuta absoluta* e suas possíveis causas químicas**. Dissertação de mestrado em genética e melhoramento na UFV. Viçosa: MG. p. 49, 2004.

OLIVEIRA, João R.F de. **Parâmetros associados à resistência ao ácaro rajado de genótipos de tomateiro com altos teores de zingibereno**. Guarapuava: UNICENTRO, 2014. 50p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

OLIVEIRA, João R.F de. **Seleção assistida por marcadores moleculares de genótipos de tomateiro com altos teores de zingibereno para resistência a artrópodes-praga**. Guarapuava: UNICENTRO, 2018. (Tese – Doutorado em Agronomia).

OPENSHAW, S.J.; JARBOE, S.G.; BEAVIS, W.D. Marker assisted selection in backcross Corvallis, Oregon. **Proceedings...Corvallis: American Society for Horticultural Science. Crop Science of America**,. p.41-43, 1994.

- PAINTER, R.H. **Insect resistance in croup plants**. New York: The Macmillan. 520p. 1951.
- PAPA, G.; CELOTO, F.J.; ORTUNDO, M. Atividade de novo acaricida (Etoxazole) no controle do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), na cultura do tomate. **Associação Brasileira de Horticultura**, 2003.
- PERALTA, I.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from northern Peru. **Systematic Botany**, v. 30, p. 424-434, 2005.
- PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Tomato Genetics Cooperative Report**, Flórida, v.56, p. 5-12, 2006.
- PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M. Classification of wild tomatoes: a review. **Kurtziana**, Córdoba, v.28, n.1, p.45-54, 2000.
- PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M.; KNAPP, S. Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (*Solanum* sect. *Lycopersicoides*, sect. *Juglandifolia*, sect. *Lycopersicon*; Solanaceae). **Systematic Botany Monographs**, v.8, p.1-186, 2008.
- PEREIRA, G.V.N.; MALUF, W.R.; GONÇALVES, L.D.; NASCIMENTO, I.R.; GOMES, L.A.A.; LICURSI, V. Seleção para alto teor de açúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e a traça (*Tuta absoluta*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 996-1004, 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, 2012.
- PICANÇO, M. C.; SILVA, D. J. H.; LEITE, G. L. D.; MATA, A. C. da; JHAM, G. N. Intensidade de ataque de *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick, 1917) ao dossel de três espécies de Tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 429-433, abr. 1995.
- PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; CRESPO, A.L.B.; MIRANDA, M.M.M.; MARTINS, J.C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v.9, p.327-335, 2007.
- PICANÇO, M.C.; PAULA, S.V.; MORAES JUNIOR, A.R.; OLIVEIRA, I.R.; SEMEÃO, A.A.; ROSADO, J.F. Impactos financeiros da adoção de manejo integrado de pragas na cultura do tomateiro. **Acta Scientiarum**, v. 26. n.2, p. 245-252, 2004.
- RAMALHO, M.A.P.; FURTINI, I.V. Técnicas biotecnológicas aplicadas ao melhoramento vegetal: alcance e limites. **Revista Ceres**, n. 56, v. 4, pag. 473-479. 2009.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; PINTO, C.A.B.P. **Genética na Agropecuária**, Lavras. Ed UFLA., 2008, 464 p.
- RAMALHO, M.A.P.; LAMBERT E. S. Biometria e o melhoramento de plantas na era da genômica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.228-249, 2004.

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, 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**, v. 63, n. 1, p. 20-25, 2006.

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

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

RIBEIRO, S.G.; DE ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C.; FERNANDES, J.J.; FARIA, J.C.; LIMA, M.F.; GILBERTSON, R.L.; MACIELZAMBOLIM, E.; E.; ZERBINI, F.M. Ocorrência generalizada de geminivírus de tomate no Brasil, associados com o novo biótipo da mosca branca. **Plant Disease**, v.82, p.830, 1998.

RODRIGUES, J.F. **Delimitação de espécies e diversidade genética no complexo *Cattleya coccinea* Lindl. e *C. Mantiqueirae* (Flowie) Van der Berg (*Orchidaceae*) baseada em marcadores moleculares ISSR**. Dissertação de Mestrado, 81p. ESALQ/USP. Piracicaba, 2010.

RODRÍGUEZ-LÓPEZ, M.J.; GARZO, E.; BONANI, J.P.; FERERES, A.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R.; MORIONES, E. Whitefly resistance traits derived from the wild tomato *Solanum pimpinellifolium* affect the preference and feeding behaviour of *Bemisia tabaci* and reduce the spread of Tomato yellow leaf curl virus. **Phytopathology**, Lancaster – PA, v. 101, p. 1191–201, 2011.

RUSH, D. W.; EPSTEIN, E. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germoplasm into domestic tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 106, p. 699-704, 1981.

SAAVEDRA, G.; SPOOR, W.; HARRIER L. Molecular markers and genetic base broadening in *Lycopersicum* spp.. **Acta Horticulturae**. vol. 546, pag. 503-507. 2001.

SACCARO JR, N.L. A regulamentação de acesso a recursos genéticos e repartição de benefícios: disputas dentro e fora do Brasil. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, núm. 1, vol. 14, pag. 229-244. 2011.

SANTIN, M.R. **Uso de fertilizantes organominerais e indutores de resistência no desempenho agrônomo do tomateiro estaqueado**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2012.

SANTOS, FERNANDA RAQUEL CAMILO DOS. Obtenção de linhagens de grãos do tipo especial em *Phaseolus vulgaris* por meio de retrocruzamentos. / Fernanda Raquel Camilo dos Santos. **Campinas**, 61p.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, 2009.

SCHILLMILLER, A.L.; LAST, R.L.; PICHERSKY, E. Harnessing plant trichome biochemistry for the production of useful compounds. **The Plant Journal**, Oxford, v. 54, p. 702-711, 2008.

SHARMA, K.; AJAY K. M.; RAJ, S. M. A simple and efficient method for extraction of genomic DNA from tropical tuber crops. **African Journal of Biotechnology**, 7: 1018-1022, 2008.

SILVA, A.C.; CARVALHO, G.A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA. p. 309-366, 2004.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Produção mundial e nacional**. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000.

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, 2009.

SIMMONS, A.T.; GURR, G.M. Trichomes of *Lycopersion* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 7, p. 265-276, 2005.

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**, v. 34, n. 1, p. 83-87, 2005.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. 3ed. ver. aum. Belo Horizonte: EPAMIG, **Boletim técnico** 57, p. 32. 2000.

SOUZA BHS, BOTTEGA DB, SILVA AG AND BOIÇA JÚNIOR AL. Feeding non-preference by *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera eridania* on tomato genotypes. **Ceres** v. 60, p. 21-29, 2013.

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**, v. 9, n. 4, p. 371-376, 2003.

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

TIKUNOV Y.M., KHRUSTALEVA L.I., KARLOV G.I. Application of ISSR markers in the genus *Lycopersicon*. **Euphytica**, vol.131, pag. 71–80, 2003.

TISSIER, A. Glandular trichomes: what comes after expressed sequence tags? **The Plant Journal**, Oxford, v. 70, p. 51-68, 2012.

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

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **Estudo dos insetos - tradução da 7ª edição de Borror e introdução de DeLong ao estudo dos insetos**. São Paulo, Cengage Learning, 809 p., 2011.

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

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, p. 17-27, 2012.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, F.H.; ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii***. Brasília: EMBRAPA-CNPH (EMBRAPACNPH. Circular técnica da EMBRAPA Hortaliças, 9), 11p., 1997.

VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M.A. **Manejo Integrado da traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) em sistema de produção integrada de tomate indústria (PITI)**. Brasília, DF. Embrapa Hortaliças, (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica 73), 16 p., 2009.

WESTON, P.A.; JOHNSON, D.A.; BURTON, H.T.; SNYDER, J.C. Trichome secretion composition, trichome densities, and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. **Horticultural Science**, v. 114, n. 3, p. 492-498, 1989.

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

WILLIAMS, W.G.; KENNEDY, G.G.; YAMAMOTO, R.T.; THACKER, J.D.; BORDNER, J. 2-tridecanone a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicum hirsutum* f. *glabratum*. **Science**, v. 207, p. 888-889, 1980.

WPTC – World processing tomato council. **World production estimate of tomatoes for processing,** 16/05/2019. Disponível em: <<https://www.wptc.to/pdf/releases/WPTC%20world%20production%20estimate%20as%20of%2016%20May%202019.pdf>>. Acesso em: 31 ago 2019.

YANG, C.; YE, Z. Trichomes as models for studying plant cell differentiation. **Cellular and Molecular Life Sciences**, Basel, v. 70, p. 1937-1948, 2013.