



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL  
DE PERNAMBUCO**

*PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO*



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM FITOPATOLOGIA**

## **Dissertação de Mestrado**

# **Resistência de porta-enxertos de tomateiro à murcha bacteriana**

**Géssyka Rodrigues de Albuquerque**

**Recife – PE**

**2018**

**GÉSSYKA RODRIGUES DE ALBUQUERQUE**

**RESISTÊNCIA DE PORTA-ENXERTOS DE TOMATEIRO À MURCHA  
BACTERIANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:**

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Siqueira da Gama

Coorientador: Prof. Dr. Alessandro Nicoli

Coorientador: Dr. Adriano Márcio Freire Silva

**RECIFE-PE  
JULHO – 2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

A345r Albuquerque, Géssyka Rodrigues de  
Resistência de porta-enxertos de tomateiro à murcha bacteriana / Géssyka  
Rodrigues de Albuquerque. – 2018.  
50 f. : il.

Orientador(a): Marco Aurélio Siqueira da Gama.  
Coorientadores: Alessandro Nicoli; Adriano Márcio Freire Silva.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Recife, BR-PE, 2018.  
Inclui referências.

1. Murcha bacteriana 2. Bactérias patogênicas 3. Tomate 4. Enxertia I. Gama,  
Marco Aurélio Siqueira da, orient. II. Nicoli, Alessandro, coorient. III. Silva, Adriano  
Márcio Freire, coorient. IV. Título

CDD 632

**RESISTÊNCIA DE PORTA-ENXERTOS DE TOMATEIRO À MURCHA  
BACTERIANA**

**Géssyka Rodrigues de Albuquerque**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 27/07/2018.

**ORIENTADOR:**

---

Prof. Dr. Marco Aurélio Siqueira da Gama (UFRPE)

**EXAMINADORES:**

---

Prof. Dr. Alessandro Nicoli (UFVJM)

---

Dr<sup>a</sup>. Greecy Mirian Rodrigues Albuquerque (UFRPE)

**RECIFE - PE  
JULHO - 2018**

*À minha tia, Rousimar Albuquerque (in  
memoriam), pelo amor e incentivo*  
**DEDICO**

“Até aqui nos ajudou o Senhor”

I Samuel 7:12

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela presença constante em minha vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Mestrado.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, pela formação oferecida no curso de Mestrado em Fitopatologia.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Aurélio Siqueira da Gama e aos meus coorientadores, Prof. Dr. Alessandro Nicoli e Dr. Adriano Márcio Freire Silva, pelas contribuições dadas e auxílio indispensável para o desenvolvimento deste trabalho.

À Profa. Dr. Elineide Barbosa de Souza, ao Prof. Dr. Sami Jorge Michereff, do PPGF da UFRPE e ao Dr. Carlos Alberto Lopes, da Embrapa Hortaliças, por compartilhar conhecimentos importantes para o desenvolvimento deste trabalho e todo apoio dado.

Aos queridos do Laboratório de Fitobacteriologia e do Laboratório de Resistência de Plantas, pelos momentos compartilhados e todo o apoio ao longo desses dois anos. Em especial, Lucas Lucena, Emmanuel Assunção, Beatriz Cruz, Claudeana Souza, Greecy Albuquerque, Pedro Henrique e Rodrigo Lobo.

Ao Sr. Luiz Coelho e ao Sr. Luís da casa-de-vegetação, pela atenção e toda ajuda na realização deste trabalho.

Às minhas amigas, Núbia Pêssoa e Flávia Silva pela amizade e incentivo.

Ao meu namorado, Lucas Lucena, por todo amor e incentivo em todos os momentos compartilhados.

À minha mãe, minha grande incentivadora, Delazy Albuquerque e ao meu pai, Ebenézer Albuquerque, pelo amor incondicional. Além do auxílio indispensável dado na multiplicação das sementes utilizadas neste trabalho e demais etapas da construção do mesmo, assim como pelas inúmeras viagens Aliança-Recife para me acompanhar. Ao meu irmão, Odon Neto; à minha tia, Rousimar Albuquerque (*in memoriam*) e toda a minha família pelo amor e incentivo.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	5
CAPÍTULO I.....	9
RESISTÊNCIA GENÉTICA DE PORTA-ENXERTO DE TOMATEIRO À MURCHA BACTERIANA .....	9
INTRODUÇÃO GERAL .....	9
1. Cultura do tomateiro .....	9
2. Murcha bacteriana das solanáceas.....	11
3. Resistência de porta-enxerto no manejo da murcha-bacteriana.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
CAPÍTULO II.....	26
Resistência de porta-enxerto de tomateiro à murcha bacteriana .....	27
RESUMO .....	27
ABSTRACT .....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
Teste de patogenicidade de isolados de <i>Ralstonia</i> spp.....	30
Reação de porta-enxertos de tomateiro à murcha bacteriana .....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
Teste de patogenicidade dos isolados de <i>Ralstonia</i> spp.....	33
Reação de porta-enxerto de tomateiro à murcha bacteriana.....	33
AGRADECIMENTOS .....	37
REFERÊNCIAS .....	37
CAPÍTULO III .....	49
CONCLUSÕES GERAIS .....	50

## RESUMO GERAL

A cultura do tomateiro se destaca entre as mais importantes no cenário agrícola mundial. No ano de 2016, os principais países produtores de tomate foram China, Índia, Estados Unidos e Turquia, com o Brasil ocupando a 9º posição deste ranking. Contudo, a tomaticultura está sujeita a diversos fatores bióticos que podem limitar a produção do tomateiro, como a ocorrência de doenças e pragas. Nesse contexto, a murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*, *R. pseudosolanacearum* e *R. syzygii* subsp. *indonesiensis* é responsável por causar grandes prejuízos na cultura do tomateiro e em outras solanáceas cultivadas. Essas fitobactérias possuem uma ampla gama de hospedeiros, podendo causar doença em aproximadamente 450 espécies pertencentes a mais de 54 famílias botânicas. As espécies fitopatogênicas do gênero *Ralstonia* penetram por ferimentos nas raízes e se deslocam até o xilema, causando murcha da planta. Portanto, tendo em vista que o uso de cultivares resistentes ou tolerantes caracteriza-se como uma importante medida para o controle da doença, este estudo teve como objetivo avaliar o nível de resistência de quatorze porta-enxertos comerciais de tomateiro à murcha bacteriana causada por isolados de *R. solanacearum* e *R. pseudosolanacearum*. Foram realizados dois conjuntos de experimentos em casa de vegetação utilizando cinco isolados em cada conjunto, sendo três sequevares de *R. solanacearum* e duas sequevares de *R. pseudosolanacearum*. Os acessos Hawaii 7996 e L390 foram utilizados como padrões universais de resistência e suscetibilidade, respectivamente. No primeiro conjunto de experimentos, o isolado CRMRS91 de *R. solanacearum* foi bastante agressivo e apenas o genótipo Hawaii 7996 foi considerado resistente ao isolado. Quando os genótipos foram inoculados com os isolados CRMRS223 de *R. solanacearum* e o CRMRS116 de *R. pseudosolanacearum*, os genótipos Woodstock, Guardiã, RZ01, Green Barrier, Muralha e Hawaii 7996 não apresentaram sintomas no primeiro conjunto de experimentos. No segundo conjunto de experimentos, de maneira geral, foi observado um aumento no índice de doença apresentado pelos genótipos. Com base nos dados obtidos, conclui-se que os genótipos Hawaii 7996, Muralha, Guardiã e Woodstock apresentaram uma resistência mais estável nos dois conjuntos de experimentos, embora tenha sido observada uma variação na resistência dependente do isolado e condições testadas, tais genótipos podem ter um potencial uso no manejo da doença.

**Palavras-chaves:** *Ralstonia solanacearum*, *Ralstonia pseudosolanacearum*, *Solanum lycopersicum*, enxertia.



## GENERAL ABSTRACT

The tomato crop stands out among the most important in the world agricultural scenario. In the year 2016, the main tomato producing countries were China, India, the United States and Turkey, with Brazil occupying the 9th position in this ranking. However, many biotic factors may limit tomato production, such as the occurrence of diseases and pests. The bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*, *R. pseudosolanacearum* and *R. syzygii* subsp. *indonesiensis* is responsible for causing great damage in the cultivation of tomato and other cultivated solanaceae. These phyto bacteria have a wide host range, causing disease in approximately 450 species in more than 54 botanic families. The phytopathogenic species of *Ralstonia* penetrate in the roots injuries and move through the plant xylem, causing the wilt of the plant. Therefore, since the use of resistant or tolerant cultivars is an important way to control the disease, this study aimed to test the resistance level of fourteen tomato commercial rootstocks to bacterial wilt caused by isolates of *R. solanacearum* and *R. pseudosolanacearum*. Two sets of experiments were done at a greenhouse using five strains in each set: three sequevars of *R. solanacearum* and two sequevars of *R. pseudosolanacearum*. The genotypes Hawaii 7996 and L390 were used as universal standards of resistance and susceptibility, respectively. In the first set with *R. solanacearum*, the strain CRMRS91 was very aggressive, only the Hawaii7996 genotype was considered resistant to strain. When the genotypes were inoculated with the strains CRMRS223 of *R. solanacearum* and CRMRS116 of *R. pseudosolanacearum*, the genotypes: Woodstock, Guardião, RZ01, Green Barrier, Muralha and Hawaii7996 do not present symptoms in the first set. In the second set, an increase in the mean index of disease presented by the genotypes was observed. The genotypes Hawaii 7996, Muralha, Guardião and Woodstock showed a more stable resistance in the two sets of experiments showed a more stable resistance in the two sets of experiments, although was observed a variation in the resistance dependent of the strain and the conditions tested, such genotypes may have a potential use in the management of the disease.

**Keywords:** *Ralstonia solanacearum*, *Ralstonia pseudosolanacearum*, *Solanum lycopersicum*, grafting.

## **CAPÍTULO I**

---

### **Introdução Geral**

# RESISTÊNCIA GENÉTICA DE PORTA-ENXERTOS DE TOMATEIRO À MURCHA BACTERIANA

## INTRODUÇÃO GERAL

### 1. Cultura do tomateiro

A família Solanaceae é constituída por importantes espécies de interesse econômico, como a batata (*Solanum tuberosum* L.), o fumo (*Nicotiana tabacum*), pimentas e pimentão (*Capsicum* spp.), berinjela (*Solanum melongena* L.), jiló (*Solanum aethiopicum* L.) e o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.). Ainda fazem parte da família algumas plantas ornamentais como a petúnia (*Petunia hybrida*) e plantas exploradas por conter compostos medicinais como a jurubeba (*Solanum paniculatum* L.). As espécies dessa família têm distribuição cosmopolita, concentrando-se na região dos trópicos (LORENZI; SOUZA, 2008).

A cultura do tomateiro se destaca entre as mais importantes no cenário agrícola mundial. Segundo dados da FAO (2018), no ano de 2016, os principais países produtores de tomate foram China, Índia, Estados Unidos e Turquia, com o Brasil ocupando a 9º posição deste ranking. Em 2017, a safra de tomate no país foi de 4.373.047 toneladas produzidas em 64.644 ha, com rendimento aproximado de 68 t/ha. A principal região produtora foi o Sudeste, com 1.961.047 toneladas e os principais estados produtores foram Goiás, São Paulo e Minas Gerais, com produções de 1.262.701, 938.800 e 676.420 toneladas, respectivamente. Por sua vez, o estado de Pernambuco foi o 11º produtor nacional com 71.754 toneladas (IBGE, 2017).

O tomateiro é uma planta herbácea, de caule flexível, piloso, com grande número de ramificações laterais e hábitos de crescimentos determinado e indeterminado. As plantas com hábito de crescimento determinado são cultivadas de forma rasteira e as plantas com hábito indeterminado são tutoradas, havendo a necessidade de podas e desbrotas frequentes. Geralmente o cultivo rasteiro é voltado para agroindústria, por causa da depreciação causada em alguns frutos que ficam em contato direto com o solo (FILGUEIRA, 2008). O tomate indeterminado tem sido cultivado em condições de cultivo protegido, para minimizar as perdas causadas pelos fatores adversos do ambiente (GENUNCIO et al., 2010; NAIKA et al., 2006).

O início da produção brasileira de tomate rasteiro para industrialização no Brasil foi ao final do século XVIII no município de Pesqueira, em Pernambuco. A partir do século XX, a

cultura teve uma grande expansão na produção no estado de São Paulo. Na década de 80, a região Nordeste passou a produzir mais, principalmente em Pernambuco e na Bahia, tornando a cultura de grande importância econômica para a região (SILVA et al., 2006).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) normaliza os padrões de qualidade e comercialização do tomate de mesa no Brasil e em países membros do Mercosul. Nesse contexto, os frutos têm sido classificados em grupos (definidos pelo formato), subgrupos (de acordo com a coloração) e classes ou calibres (de acordo com o tamanho). O MAPA também define os defeitos considerados como empecilhos para comercialização dos frutos. Assim, são considerados defeitos graves frutos com podridões, em estágio avançado de maturação, queimados, com danos provocados por geada e/ou podridão apical. Já os defeitos leves são considerados danos mecânicos, alterações na cor do fruto; desenvolvimento anormal, deformações e/ou estágio de maturação inadequado para comercialização. Para o acondicionamento, recomenda-se o uso de embalagens novas, limpas, secas, que não transmitam características estranhas ao produto (BRASIL, 1995; 2002).

O teor de sólidos solúveis, sabor, acidez e espessura do pericarpo determinam a qualidade dos frutos para comercialização (MELO; VILELA, 2005). Os frutos do tomateiro são ricos em minerais, vitaminas, principalmente B e C, aminoácidos essenciais, açúcares, fibras, ferro e fósforo. O consumo dos mesmos pode ser feito *in natura* ou através de seus subprodutos industrializados, como os enlatados, secos, cozidos, purês, sumos e molhos (NAIKA et al., 2006).

Diversos fatores abióticos e bióticos podem limitar a produção do tomateiro, como a ocorrência de doenças e pragas. Devido às dificuldades enfrentadas com os problemas fitossanitários da cultura, muitas áreas de cultivo têm sido abandonadas pelos produtores de tomate (LOPES, 2009). Nesse contexto, o tomateiro pode ter sua produção limitada por diversas doenças, merecendo destaque pela importância econômica, as viroses: vira-cabeça (gênero *Tospovirus*), mosaico comum (*Tomato mosaic virus* (ToMV), risca (*Potato virus Y* (PVY), amarelos (*Tomato yellow top virus* (CSNV); *Tomato bottom leaf yellow virus* (TBLYV) e broto crespo (gênero *Geminivirus*); as doenças fúngicas: requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), mancha de alternaria (*Alternaria solani* (Ellis e G. Martin) L. R. Jones e Grout), septoriose (*Septoria lycopersici* Speg.), mancha de estenfílio (*Stemphylium solani* G. F. Weber), tombamento de mudas (*Pythium* spp. Pringsh., *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, *Phytophthora* spp. de Bary, *Sclerotium rolfsii* Sacc.), oídios (*Pseudoidium neolyopersici* (L. Kiss) L. Kiss e *Oidiopsis haplophylli* (Magnus) Rulmort, mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary; *Sclerotinia minor* Jagger), murcha de fusário (*Fusarium*

*oxysporum* f. sp. *lycopersici* W. C. Snyder e H. N. Hansen) e murcha de verticílio (*Verticillium dahliae* Kleb); as nematoses: nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp. Goldi); e as bacterioses: cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al.), mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp. Dowson), pinta bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye e Wilkie), queima bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall), talo oco (*Pectobacterium* spp. Waldee), necrose da medula (*P. corrugata* Roberts e Scarlett) e a murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum* (Smith; Yabuuchi et al.) Safni et al., *R. pseudosolanacearum* Safni et al. e *R. syzygii* subsp. *indonesiensis* Safni et al.), a qual é considerada a doença do tomateiro com maior importância em regiões tropicais e subtropicais (LOPES; ÁVILA, 2005; LOPES; BOITEUX; ESCHEMBACK, 2015; PEETERS et al., 2013; SAFNI et al., 2014).

## 2. Murcha bacteriana das solanáceas

A murcha bacteriana causada por *R. solanacearum*, *R. pseudosolanacearum* e *R. syzygii* subsp. *indonesiensis* tem sido responsável por causar grandes prejuízos na cultura do tomateiro e em outras solanáceas cultivadas, sendo a última ausente no Brasil. Essas fitobactérias possuem uma ampla gama de hospedeiros, podendo causar doença em aproximadamente 450 espécies pertencentes a mais de 54 famílias botânicas (HAYWARD, 1991; WICKER et al., 2007). Embora essas fitobactérias apresentem uma ampla distribuição no mundo, as mesmas representam uma ameaça maior aos cultivos em regiões tropicais. Dentre os principais hospedeiros, podemos citar, além do tomate, a batata, o fumo, o amendoim e a banana (DENNY; HAYWARD, 2001; HAYWARD, 1994; REMENANT et al., 2010).

O gênero *Ralstonia* pertence à classe *Betaproteobacteria*, família *Ralstoniaceae*. As espécies desse gênero são Gram-negativas, aeróbicas, em formato de bastonetes que podem ser móveis ou não. Espécies móveis têm um flagelo polar ou flagelos lofotríquios. A faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento é de 25-41° C (KADO, 2010; YABUUCHI; KAWAMURA, EZAKI, 2005). Em meio cloreto de trifeniltetrazólio (TZC), isolados virulentos apresentam colônias esbranquiçadas com centro róseo, fluídas e mucoides. As colônias avirulentas apresentam o centro avermelhado e não são mucoides (KELMAN, 1954).

A classificação de *Ralstonia* spp. tem sofrido constantes mudanças nos últimos anos. Neste contexto, *R. solanacearum* foi classificada de acordo com uma gama de hospedeiros em

cinco raças (BUDDENHAGEN et al., 1962; HE; KELMAN; SEQUEIRA, 1983), de acordo com as propriedades metabólicas em seis biovars (HAYWARD, 1964; HAYWARD 1994) e de acordo com a análise filogenética da região espaçadora interna transcrita 16S-23S rRNA (ITS) em quatro filotipos que, por sua vez, apresentam relação com a origem geográfica, a saber: filotipo I - Ásia; IIA e IIB - América, III - África e IV - Indonésia (FEGAN; PRIOR, 2005, 2006). Hierarquicamente a classificação proposta por Fegan e Prior (2005) traz a espécie, filotipo, sequevar e linhagem clonal. Cada filotipo é composto por várias sequevares, uma sequevar é definida como um grupo de isolados com uma sequência altamente conservada dentro da área sequenciada (FEGAN; PRIOR, 2005, 2006). *Ralstonia solanacearum* foi considerada um complexo de espécies, definido como um grupo de indivíduos relacionados que podem representar mais de uma espécie (TAGHAVI et al., 1996; FEGAN; PRIOR, 2005). Os indivíduos desse complexo são divididos ainda em oito clados, baseados em seus padrões evolutivos (WICKER et al., 2012). Atualmente já foram descritas 59 sequevares de *R. solanacearum* (LIU et al., 2016; SAFNI et al., 2014; SANTIAGO et al., 2016). Estudos recentes propuseram a divisão do complexo *R. solanacearum* em três espécies: *R. solanacearum* (filotipo II), *R. pseudosolanacearum* (filotipo I e III) e *R. syzygii* com três subespécies (filotipo IV) (SAFNI et al., 2014; PRIOR et al., 2016).

As espécies fitopatogênicas do gênero *Ralstonia* penetram por ferimentos nas raízes e se desloca pelo xilema da planta. Durante a colonização a bactéria produz o exopolissacarídeo I (EPS I), responsável pela obstrução dos vasos do xilema, impedindo que a planta absorva nutrientes e água, como consequência, a planta murcha e pode ocorrer uma morte rápida da mesma (DENNY; HAYWARD, 2001; DENNY; BAEK, 1991). A doença tem como principal sintoma secundário o escurecimento nos vasos que ocorre à medida que o patógeno coloniza a parte interna da planta (DENNY; HAYWARD, 2001).

A temperatura elevada e a alta umidade do solo são condições ideais para o desenvolvimento do patógeno e estabelecimento da murcha bacteriana no tomateiro. Após o surgimento da doença na área de cultivo, o patógeno pode se disseminar facilmente pela água de escoamento superficial ou através de solo contaminado aderido ao maquinário e implementos agrícolas, em calçados de trabalhadores e materiais de propagação infectados (HAYWARD, 1991). Além disso, a bactéria consegue sobreviver no solo, dificultando o cultivo em campos infectados (PEETERS et al., 2013).

O manejo da murcha bacteriana é mais difícil em cultivos irrigados, em condições de molhamento excessivo do solo e em épocas com temperaturas elevadas e alta umidade relativa que favoreçam o desenvolvimento do patógeno (MAROUELLI; LOPES; SILVA, 2005). O

manejo da doença deve ser feito de forma preventiva e integrada. Medidas de controle utilizadas de forma isolada e aplicadas após o estabelecimento da doença não são eficazes para a redução de perdas de produção quando as condições ambientais são favoráveis ao patógeno (LOPES; BOITEUX; ESCHEMBACK, 2015).

As práticas mais comuns e utilizadas de forma preventiva para o manejo integrado da doença são: uso de mudas saudáveis; uso de cultivares resistentes ou tolerantes, escolha de áreas sem histórico da doença e com solos de boa drenagem; escolha da época para o plantio, pois temperaturas abaixo de 20° C desfavorecem o patógeno; solarização do solo; rotação de culturas com plantas não hospedeiras; manejo adequado da irrigação, evitando que o solo fique encharcado; controle do tráfego de pessoas e maquinários em áreas com foco da doença; evitar injúrias em raízes durante os tratos culturais; realizar remoção de plantas doentes quando a doença ainda estiver surgindo em focos isolados, e medidas de saneamento profiláticas, pois o uso de água contaminada pode disseminar o patógeno em áreas livres (BEDENDO, 2018; LOPES, 2009; LOPES; ÁVILA, 2005; MAROUELLI; LOPES; SILVA, 2005; PEETERS et al., 2013).

### **3. Resistência de porta-enxerto no manejo da murcha bacteriana**

O desenvolvimento do cultivo protegido na agricultura teve início na década de 60, aumentando a demanda por mudas enxertadas no Japão e Coreia. Há relatos do uso de enxertia em mudas de pepino (*Cucumis sativus*) e berinjela comum (*Solanum melongena*), enxertadas em berinjela vermelha (*Solanum integrifolium*), visando o manejo de doenças causadas por patógenos habitantes de solo e a produção de mudas com maior vigor. Iniciou-se assim, a produção de mudas enxertadas em larga escala (LEE et al., 2010).

Ainda na década de 60, imigrantes Japoneses que aportaram no Norte do Brasil deram início ao uso da enxertia no país, na cultura do tomate. A técnica se expandiu posteriormente para as regiões Sul e Sudeste do Brasil, principalmente em cultivos protegidos. Com a proibição do uso de brometo de metila para esterilização do solo, a enxertia foi utilizada como uma alternativa no cultivo em áreas de plantio com histórico da murcha bacteriana, apresentando a vantagem de causar um baixo impacto ambiental (GOTO et al., 2003; LEE et al., 2010; LOPES, 2009; LOPES; MENDONÇA, 2014).

A técnica de enxertia é um processo que envolve várias etapas, desde a escolha do porta-enxerto e da copa, que podem ser de espécies diferentes, a manipulação para união física entre eles e a aclimação da planta formada até que o processo de união se finalize (LEE; ODA, 2003). Os métodos de enxertia variam de acordo com as espécies envolvidas, preferência e experiência dos produtores. Ainda devem ser avaliados as ferramentas e o maquinário disponíveis no mercado, pois já é possível que a enxertia seja robotizada (LEE et al., 2010). A enxertia em hortaliças pode ser feita principalmente por: I. aproximação, ou seja, pela união de duas plantas que continuarão com metabolismo próprio, por justaposição, até que ocorra o enraizamento; II. por estacas, quando a porção apical do enxerto se une ao porta-enxerto, que manterá seu sistema radicular; e III por perfuração apical, quando o hipocótilo do enxerto é perfurado diagonalmente (PEIL, 2003).

O uso de porta-enxertos resistentes é uma boa alternativa para o controle de doenças, principalmente em sistemas de produção hidropônicos, onde as enfermidades podem se espalhar na área de forma rápida, através do sistema de irrigação (LEE et al., 2010). Nesse contexto, plantas enxertadas podem proporcionar um maior rendimento e absorção de nutrientes, melhor captação de água, tolerância aos fatores abióticos estressantes, antecipação da colheita e indução de incrementos nos teores de açúcares e ácidos tituláveis em frutos. No entanto, essas plantas podem apresentar problemas de incompatibilidade, que podem ser visíveis apenas em fases avançadas do desenvolvimento, e também pode haver um aumento dos custos com sementes ou mudas, crescimento vegetativo excessivo e problemas de qualidade nos frutos, devendo ser planejada e observada a viabilidade do uso da técnica (FREEMAN et al., 2011; MOURÃO et al., 2017; SCHWARZ et al., 2013).

Os principais relatos de utilização de porta-enxertos resistentes em hortaliças são encontrados para as culturas do tomate, melancia, melão, pepino, berinjela e pimenta. Os porta-enxertos foram utilizados nessas culturas para o controle das principais doenças e pragas radiculares, assim como proporcionar uma maior tolerância aos fatores abióticos estressantes. Além disso, estudos mostram que porta-enxertos também podem reduzir algumas doenças foliares. Nesse contexto, plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.), enxertadas em abóbora-gila (*Cucurbita ficifolia*), apresentaram uma maior resistência ao míldio em relação àquelas não enxertadas (GU; FAN; ZHANG, 2008; GUAN et al., 2012; LOUWS; RIVARD; KUBOTA, 2010). O uso da enxertia pode induzir resistência através da codificação de novas proteínas, transporte de DNA e hormônios. Moléculas são constantemente transportadas entre copa e porta-enxerto, em um processo dinâmico e bilateral (LI et al., 2009; WANG; JIANG; WU, 2017).



A técnica da enxertia começou a ser utilizada comercialmente no tomateiro na década de 90 (LEE; ODA, 2003) e atualmente tem sido amplamente utilizada para o controle de doenças causadas por importantes fitopatógenos habitantes do solo, à exemplo das murchas causadas por *Ralstonia* spp., *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* e *Meloidogyne* spp. (LOUWS; RIVARD; KUBOTA, 2010), principalmente em sistemas de produção orgânica, como parte do manejo integrado de doenças e pragas (RIVARD; LOUWS, 2008).

O tipo de resistência dos porta-enxertos híbridos disponíveis no mercado para o manejo da murcha bacteriana das solanáceas não é uma resposta de imunidade, pois os mesmos são capazes apenas de limitar o desenvolvimento do patógeno nos vasos condutores (GRIMAULT; PRIOR, 1994; LOPES, 2009, LOPES; BOITEUX; ESCHEMBAK, 2015). As combinações de porta-enxerto e enxerto devem ser testadas de acordo com as condições climáticas e isolados de cada região, mas a alta variabilidade genética encontrada em populações do patógeno tem dificultado o uso de fontes de resistência, uma vez que a estabilidade da resistência à murcha bacteriana em solanáceas é altamente afetada pela variabilidade do patógeno e pelos fatores ligados ao ambiente (AHMED et al., 2015; DENNY; HAYWARD, 2001; SANTIAGO et al., 2017).

A variabilidade genética do tomateiro é explorada em todo o mundo para seleção de fontes de resistência à murcha bacteriana e existe uma grande diversidade de cultivares já disponíveis no mercado. No Brasil, as linhagens puras foram substituídas por híbridos que têm apresentado diferentes níveis de resistência à murcha bacteriana e boa adaptação ao clima, garantindo a produtividade em condições de temperatura e umidade elevadas (SILVA et al., 2006). No entanto, estudos complementares sobre os efeitos da enxertia na qualidade dos vegetais, propriedades físicas, sabor e compostos químicos devem ser realizados (ROUPHAEL et al., 2010).

Além do tomateiro, outras espécies resistentes à murcha bacteriana como jiló, jurubeba e berinjela, podem ser utilizadas como porta-enxerto para cultivares de tomateiros agronomicamente superiores, mas suscetíveis a essa doença. Apesar do elevado potencial, essas espécies não têm sido exploradas quanto a resistência à *Ralstonia* spp., pois podem apresentar incompatibilidade interespecífica (GOTO et al., 2003; LOPES, 2009; LOPES; MENDONÇA, 2016; PEIL, 2003). No entanto, estudos recentes avaliaram o desempenho de porta-enxertos híbridos e plantas silvestres de tomateiros e jurubebas inoculados com *R. solanacearum*. Híbridos comerciais como Muralha e Guardião demonstraram resultados promissores, mas não foram capazes de controlar a doença, apresentando uma porcentagem de plantas murchas de até 100%, dependendo do isolado testado. Por sua vez, os acessos testados

de plantas de jurubeba e alguns acessos de tomateiros selvagens apresentaram elevado potencial, havendo a necessidade da realização de testes complementares para a avaliação da compatibilidade interespecífica. Em um contexto geral, esses estudos mostraram a importância da seleção de novas fontes de resistência e da realização de testes com os híbridos comerciais disponíveis no mercado, devido ao desempenho diferenciado dos porta-enxertos de acordo com o isolado testado (KIM et al., 2016; LOPES; BOITEUX; ESCHEMACK, 2015; LOPES; MENDONÇA, 2016).

Porta-enxertos testados em diferentes regiões dos Estados Unidos também apresentaram fenótipos diferentes quanto aos níveis de resistência encontradas, variando de acordo com a região testada. No entanto, embora tenham apresentado sintomas, as plantas enxertadas foram capazes de produzir de forma economicamente viável em testes de campo realizados em áreas com solos naturalmente infestados com *Ralstonia* spp. Esses estudos mostraram que a presença de sintomas não deve ser um fator determinante na seleção de fontes de resistência, sendo necessário que testes de campo complementares sejam realizados para a avaliação da capacidade produtiva de híbridos enxertados (MCAVOY et al., 2012; RIVARD et al., 2012).

A resistência de não-hospedeiro no porta-enxerto tem sido comumente encontrada na natureza e é considerada durável. Por sua vez, os enxertos intraespecíficos são realizados em casos onde não há outras espécies compatíveis, pois o uso da mesma espécie na enxertia reduz os potenciais efeitos prejudiciais na qualidade dos frutos que podem ocorrer em caso de incompatibilidade (GUAN et al., 2012; MYSORE; RYU, 2004). Além do uso de porta-enxertos com resistência de não hospedeiro, têm sido realizadas seleções e melhoramento genético para resistência do hospedeiro a partir de bancos de germoplasmas, bem como o desenvolvimento de porta-enxertos transgênicos com genes específicos para o controle de doenças (GUAN et al., 2012).

As respostas de defesa na planta são ativadas pelo reconhecimento de fatores ligados ao patógeno, na interação patógeno-hospedeiro (DANGL; HORVATH; STASKAWICZ, 2013). A defesa de plantas envolve tanto a produção de barreiras físicas para prevenir ou restringir a ação de patógenos, como também mecanismos bioquímicos sistêmicos. Durante o estabelecimento da interação patógeno-hospedeiro, pode haver um acúmulo rápido de espécies reativas de oxigênio (ROS), que funcionam como agentes antimicrobianos ou estão envolvidas na cascata de sinais para iniciar defesa das plantas. Além disso, várias enzimas antioxidantes estão relacionadas à produção de ROS após o ataque de patógenos (TORRES; JONES; DANGL, 2006). Entre elas destaca-se a peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) por estarem diretamente envolvidas na

desintoxicação das ROS. A fenilalanina amonialiase (PAL) também tem sido considerada importante, pois desempenha um papel fundamental na rota dos fenilpropanóides, com atividade considerada um indicador de defesa de plantas (DIXON et al., 2002; FORTUNATO et al., 2014; IRISARRI et al., 2015). Também é importante mencionar que essas enzimas relacionadas à defesa de plantas também são frequentemente induzidas por uma variedade de estresses abióticos (GUAN et al., 2012; RIVERO; RUIZ; ROMERO, 2003).

A técnica da enxertia evoluiu nos últimos anos, proporcionando a produção de um maior número de espécies enxertadas e aumentando a qualidade dos porta-enxertos utilizados em escala comercial, contribuindo para o manejo de doenças, pragas e fatores abióticos estressantes, com a principal vantagem do aumentando da produtividade. Estudos recentes têm demonstrado os mecanismos de defesa conferidos por plantas resistentes, porém ainda há a necessidade de estudos mais aprofundados para seleção de novos porta-enxertos como fontes de resistência e para a elucidação das interações que ocorrem em plantas enxertadas (GUAN et al., 2012; LEE et al., 2010; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ; ROMERO; RUIZ, 2013).

Existe pouca informação disponível acerca da eficácia de porta-enxertos de tomateiros disponíveis no mercado. Estudos recentes mostraram a importância da seleção de novas fontes de resistência e a realização de testes com híbridos comerciais devido ao desempenho diferenciado que os porta-enxertos podem ter de acordo com o isolado testado (KIM et al., 2016; LOPES; BOITEUX; ESCHEMBAK, 2015; LOPES; MENDONÇA, 2016; RIVARD et al., 2012). Portanto, embora em alguns casos tais híbridos apresentem sintomas, algum nível de resistência ainda é observado, o que pode ser fundamental para uma produção economicamente viável, mesmo em áreas com solos infestados com *Ralstonia* spp. Logo, faz-se necessário a realização de avaliações da capacidade produtiva com diferentes combinações de enxertos (MCAVOY et al., 2012; RIVARD et al., 2012) e de acessos de espécies compatíveis com o tomateiro para utilização no manejo da doença, considerando a variabilidade de *Ralstonia* spp. e as condições ambientais inerentes de cada região (LOPES; BOITEUX; ESCHEMBAK, 2015; RIVARD et al., 2012; SANTIAGO et al., 2017).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o nível de resistência de quatorze porta-enxertos comerciais de tomateiro em relação à murcha bacteriana causada por três sequevares de *R. solanacearum* e duas de *R. pseudosolanacearum*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, N. N.; ISLAM, M. R.; HOSSAIN, M. A.; HOSSAIN, M. M. Determination of races and biovars of *Ralstonia solanacearum* causing bacterial wilt disease of potato, **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 5, n. 6, p. 1–8, 2013.

BEDENDO, I. A. Murchas vasculares. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5 ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 2, p. 333-338.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Portaria nº 553**. Brasília, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria SARC nº 085**. Brasília, 2002.

BUDDENHAGEN, I. W.; SEQUEIRA, L.; KELMAN, A. Designations of races of *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 52, n. 7, p. 726, 1962.

DANGL, J. L.; HORVATH, D. M.; STASKAWICZ, B. J. Pivoting the Plant Immune System from Dissection to Deployment. **Science**, Washington, v. 341, p. 746- 751, 2013.

DENNY, T. P.; HAYWARD, A. C. *Ralstonia*. In: SCHAAD, N. W.; JONES, J. B.; CHUN, W. (Eds.). **Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria**. 3 ed. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2001, p. 151-174.

DENNY, T. P.; BAEK, S. R. Genetic evidence that extracellular polysaccharide is a virulence factor of *Pseudomonas solanacearum*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, Saint Paul, v. 4, n. 2, p. 198-206, 1991.

DIXON, R.A.; ACHNINE, L.; KOTA, P.; LIU, C.J.; REDDY, M.S.; WANG, L. The phenylpropanoid pathway and plant defense: a genomics perspective. **Molecular Plant Pathology**, London, v. 2, n. 5, p. 371–390, 2002.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production of Tomatoes: top 10 producers. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. Disponível em: <2014<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

FEGAN, M.; PRIOR, P. Diverse members of the *Ralstonia solanacearum* species complex cause bacterial wilts of banana. **Australasian Plant Pathology**, Orange, v. 35, n. 1, p. 93–101, 2006.

FEGAN, M.; PRIOR, P. How complex is the *Ralstonia solanacearum* species complex? In: ALLEN, C.; PRIOR, P.; HAYWARD, A. C. (Eds.). **Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex**. 2 ed. Saint Paul: APS Press, 2005, p. 449-461.

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

FORTUNATO, A. A.; DEBONA, D.; BERNARDELI, A. M. A.; RODRIGUES, F. A. Defence-related enzymes in soybean resistance to target spot. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 163, n. 9, p. 731-742, 2015.

FREEMAN, J., PARET, M., OLSON, S., MCAVOY, T.; RIDEOUT, S. Utilization of grafted tomato seedlings for bacterial wilt resistance in open field production. **Acta Hortsciences**, Ischia, v. 914, p. 337-340, 2011.

GENUNCIO, G. C.; SILVA, R. A.C.; SÁ, N. M.; ZONTA, E.; ARAÚJO, A. P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 446-452, 2010.

GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. 2003. **Enxertia em hortaliças**. Botucatu: Editora UNESP. 86 p.

GRIMAUULT, V.; ANAIS, G.; PRIOR, P. Distribution of *Pseudomonas solanacearum* in the stem tissues of tomato plants with different levels of resistance to bacterial wilt. **Plant Pathology**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 663-668, 1994.

GU, J. T.; FAN, S. X.; ZHANG, X. C. Effects of rootstocks on the development, disease resistance and quality of *Cucumis sativus* L. **Acta Horticulturae**, Seoul, v. 771, n. 24, p. 161–166, 2008.

GUAN, W.; ZHAO, X.; HASSELL, R. THIES, J. Defense mechanisms involved in disease resistance of grafted vegetables. **HortScience**, v. 47, n. 2, p. 164-170, 2012.

HAYWARD, A. C. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 29, p. 65-87, 1991.

HAYWARD, A. C. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 27, n. 2, p. 265-277, 1964.

HAYWARD, A. C. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In: HAYWARD, A. C.; HARTMAN, G. L. (Eds.) **Bacterial wilt** - The disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum*. 1 ed. Wallingford: CAB International, 1994, p. 9-24.

HE, L. Y.; KELMAN, A.; SEQUEIRA, L. Characteristics of strains of *Pseudomonas solanacearum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 67, n. 12, p. 1357-1361, 1983.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, v. 30, n. 12, p. 1-82, 2017.

IRISARRI, P.; BINCYCKI, P.; ERREA, P.; MARTENS, H. J.; PINA, A. Oxidative stress associated with rootstock-scion interactions in pear/quince combinations during early stages of graft development. **Journal of Plant Physiology**, Bethesda v. 15, n. 176, p. 25-35, 2015.

KADO, C. **Plant bacteriology**, St. Paul: APS Press, 2010. 336 p.

KELMAN, A. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance on a tetrazolium medium. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 44, n. 12, p. 693-695, 1954.

KIM, S. G.; HUR, O.; RO, N.; KO, H.; RHEE, J.; SUNG, J. S.; RYU, K.; LEE, S.; BAEK, H. J. Evaluation of Resistance to *Ralstonia solanacearum* in Tomato Genetic Resources at Seedling Stage. **Plant Pathology**, Oxford v. 32, n. 1, p. 58-64, 2016.

LEE, J.; KUBOTA, C.; TSAO, S. J.; BIE, Z.; HOYOS E. P., MORRA, L.; ODA, M. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, n. 2, p. 93-105, 2010.

LEE, J. M.; ODA, M. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. **Horticultural Reviews**, Leuven, v. 28, p. 61-124, 2003.

LI, Y. J.; LIANG, G. Y.; LIU, X. J.; LIU, D. C.; FANG, C. Proteomic study on grafted and non-grafted cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Acta Horticulturae Sinica**, Pequim, v. 36, p. 1147–1152, 2009.

LIU, Y.; WU, D.; LIU, Q.; ZHANG, S.; TANG, Y.; JIANG, G.; LI, S.; DING, W. The sequevar distribution of *Ralstonia solanacearum* in tobacco-growing zones of China is structured by elevation. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 147, n. 3, p. 541–551, 2016.

LOPES, C. A. **Murcha bacteriana ou murchadeira**: Uma Inimiga do tomateiro em climas quentes. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 8p. (Circular técnica, 67).

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. 2. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 151 p.

LOPES, C. A.; BOITEUX, L. S.; ESCHEMBACK, V. 2015. Eficácia relativa de porta-enxertos comerciais de tomateiro no controle da murcha-bacteriana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 125-130, 2015.

LOPES, C. A.; MENDONÇA, J. L. **Enxertia em tomateiro para o controle da murcha-bacteriana**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2014. 8p. (Circular técnica, 131).

- LOPES, C. A.; MENDONÇA, J. L. Reação de acessos de jurubeba à murcha bacteriana para uso como porta-enxerto em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 356-360, 2016.
- LORENZI, H.; SOUZA, V. C. **Botânica sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1, 640p.
- LOUWS, F. J; RIVARD, C. L.; KUBOTA, C. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, n. 2, p. 127-146, 2010.
- MARQUELLI, W. A.; LOPES, C. A.; SILVA, W. L. C. Incidência de murcha bacteriana em tomate para processamento industrial sob irrigação por gotejamento e aspersão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 320-323, 2005.
- MCAVOY, T.; FREEMAN, J. H.; RIDEOUT, S. L.; OLSON, S. M.; PARET, M. L. Evaluation of grafting using hybrid rootstocks for management of bacterial wilt in field tomato production. **HortScience**, v. 47, p. 621–625, 2012.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 154-157, 2005.
- MOURAO, I.; BRITO, L. M.; MOURA, L.; FERREIRA, M. E.; COSTA, S. R. The effect of pruning systems on yield and fruit quality of grafted tomato. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 35, n. 2, p. 247-251, 2017.
- MYSORE, K. S.; RYU, C. M. Nonhost resistance: how much do we know? **Trends in Plant Sciences**, Bethesda, v. 9, n. 2, p. 97-104, 2004.
- NAIKA, S.; JEUDE, J.V. LIDT.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. V. **A cultura do tomate**: produção, processamento e comercialização. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2006. 104p.



PEETERS, N.; GUIDOT, A.; VAILLEAU, F.; VALLS, M. *Ralstonia solanacearum*, a widespread bacterial plant pathogen in the post-genomic era. **Molecular Plant Pathology**, London, v. 14, n. 7, p. 651-662, 2013.

PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.

PRIOR, P.; AILLOUD, F.; DALRING, B. L.; REMENANT, B.; SANCHEZ, B.; ALLEN, C. Genomic and proteomic evidence supporting the division of the plant pathogen *Ralstonia solanacearum* into three species. **BMC Genomics**, London, v. 17, p. 90-101, 2016.

REMENANT, B.; COUPAT-GOUTALAND, B.; GUIDOT, A.; CELLIER, G.; PRIOR, P. Genomes of three tomato pathogens within the *Ralstonia solanacearum* species complex reveal significant evolutionary divergence. **BMC Genomics**, London, v.11 n.1, p. 379, 2010.

RIVARD, C. L.; LOUWS, F. J. Grafting to Manage Soilborne Diseases in Heirloom Tomato Production. **HortScience**, v. 43, n. 7, p. 2104-2111, 2008.

RIVARD, C. L.; O'CONNELL, S.; PEET, M. M.; ELKER, R. M.; LOUWS, F. J. Grafting tomato to manage bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* in the southeastern United States. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 96, n. 7, p. 973–978, 2012.

RIVERO, R. M.; RUIZ, J. M.; ROMERO, L. Can grafting in tomato plants strengthen resistance to thermal stress? **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 83, n. 13, p. 1315-1319, 2003.

ROUPHAEL, Y; SCHWARZ, D; KRUMBEIN, A; COLLA, G. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, n. 2, p. 172-179, 2010.

SAFNI, I.; CLEENWERCK, I.; DE VOS, P.; FEGAN M.; SLY, L.; KAPPLER, U. Polyphasic taxonomic revision of the *Ralstonia solanacearum* species complex: proposal to emend the descriptions of *Ralstonia solanacearum* and *Ralstonia syzygii* and reclassify current *R. syzygii* strains as *Ralstonia syzygii* subsp. *Syzygii* subsp. nov., *R. solanacearum*

phylotype IV strains as *Ralstonia syzygii* subsp. *indonesiensis* subsp. nov., banana blood disease bacterium strains as *Ralstonia syzygii* subsp. *celebesensis* subsp. nov. and *R. solanacearum* phylotype I and III strains as *Ralstonia pseudosolanacearum* sp. nov.

**International Journal Systematic Evolution Microbiology**, London, v. 64, n. 9, p. 3087-103, 2014.

SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, E.; ROMERO, L.; RUIZ, J. M. Role of Grafting in Resistance to Water Stress in Tomato Plants: Ammonia Production and Assimilation. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 32, n. 4, p. 831-842, 2013.

SANTIAGO, T. R.; LOPES, C. A.; CAETANO-ANOLLES, G.; MIZUBUTI, E. S. G. Phylotype and sequevar variability of *Ralstonia solanacearum* in Brazil, an ancient centre of diversity of the pathogen. **Plant Pathology**, Oxford, v. 66, n. 3, p. 383-392, 2017.

SCHWARZ, D.; ÖZTEKIN, G. B.; TÜZEL, Y.; BRÜCKNER, B.; KRUMBEIN, A. Rootstocks can enhance tomato growth and quality characteristics at low potassium supply. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 149, p. 70-79, 2013.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; BÔAS, G. L. V.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C.; LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, W. **Sistemas de produção**. Cultivo de tomate para industrialização. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006.

Disponível em:

<[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/importancia.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/importancia.htm)>. Acesso em 15 jul. 2017>.

TAGHAVI, M.; HAYWARD, C.; SLY, L. I.; FEGAN, M. Analysis of the phylogenetic relationships of strains of *Burkholderia solanacearum*, *Pseudomonas syzygii*, and the blood disease bacterium of banana based on 16S rRNA gene sequences. **International Journal of Systematic Bacteriology**, New York, v. 46, n. 1, p. 10–15, 1996.

TORRES, M. A.; JONES, J. D. G.; DANGL, J. L. Reactive oxygen species signaling in response to pathogens. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 141, n. 2, p. 373-378, 2006.

WANG, J.; JIANG, L.; WU, R. Plant grafting: how genetic exchange promotes vascular reconnection. **New Phytologist**, Lancaster v. 214, n. 1, p. 56-65, 2017.

WICKER, E.; GRASSART, L.; CORANSON-BEAUDU, R.; MIAN, D.; GUILBAUD, C.; FEGAN, M. *Ralstonia solanacearum* Strains from Martinique (French West Indies) Exhibiting a New Pathogenic Potential. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 71, n. 21, p. 6790-6801, 2007.

WICKER, E.; LEFEUVRE, P.; DE CAMBIAIRE, J. C.; POUSSIER, S.; PRIOR, P. Contrasting recombination patterns and demographic histories of the plant pathogen *Ralstonia solanacearum* inferred from MLSA. **International Society for Microbial Ecology Journal**, Bethesda, v. 6, n. 5, p. 961-974, 2012.

YABUUCHI, E.; KAWAMURA, Y.; EZAKI, T. *Ralstonia*. in: BERGEY, D. H. (Ed.). **Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria: the Proteobacteria**. 1 ed. New York: Springer-Verlag, 2005. v. 2, 21p.

## **CAPÍTULO II**

---

### **Resistência de porta-enxertos de tomateiro à murcha bacteriana**

Horticultura Brasileira

## 1 **Resistência de porta-enxertos de tomateiro à murcha bacteriana**

2

3 Géssyka R Albuquerque<sup>1</sup>, Lucas P Lucena<sup>1</sup>, Adriano MF Silva<sup>1</sup>, Alessandro Nicoli<sup>2</sup>,4 Marco AS Gama<sup>1</sup>

5

6 <sup>1</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE,

7 Brasil; gessyka.r@hotmail.com, lucaspontes94@hotmail.com,

8 adrianomfsilva@yahoo.com.br, mas.gama@yahoo.com.br;

9 <sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e

10 Mucuri - Unaí-MG, Brasil; agronicoli@yahoo.com.br.

11

## 12 **RESUMO**

13 A murcha bacteriana das solanáceas é causada por *Ralstonia solanacearum*, *R.*  
14 *pseudosolanacearum* e *R. syzygii* subsp. *indonesiensis*, as quais provocam grandes  
15 prejuízos na cultura do tomateiro, principalmente em regiões tropicais. Uma boa  
16 alternativa para o manejo da doença é uso de porta-enxertos resistentes, porém existe  
17 pouca informação disponível acerca da eficiência de porta-enxertos comerciais para o  
18 controle da doença. Neste contexto, este estudo objetivou testar o nível de resistência de  
19 14 porta-enxertos comerciais de tomateiro à murcha bacteriana. Dois conjuntos de cinco  
20 experimentos foram realizados, sendo cada conjunto formado por três sequevares de *R.*  
21 *solanacearum* e duas sequevares de *R. pseudosolanacearum*. Os genótipos Hawaii 7996  
22 e L390 foram utilizados como padrões universais de resistência e suscetibilidade,  
23 respectivamente. No primeiro conjunto de experimentos, o isolado CRMRS91 de *R.*  
24 *solanacearum* foi bastante agressivo e apenas o genótipo Hawaii7996 foi considerado  
25 resistente ao isolado, porém quando os genótipos foram inoculados com os isolados  
26 CRMRS223 de *R. solanacearum* e o CRMRS116 de *R. pseudosolanacearum*, os genótipos  
27 Woodstock, Guardiã, RZ01, Green Barrier, Muralha e o Hawaii 7996 não apresentaram  
28 sintomas. No segundo conjunto de experimentos, de maneira geral, foi observado um  
29 aumento no índice de doença apresentado pelos genótipos. A resistência de porta-enxertos  
30 às espécies testadas foi dependente da interação entre os isolados e as condições testadas.  
31 Os genótipos Hawaii, Muralha, Guardiã e Woodstock apresentaram uma maior  
32 estabilidade da resistência para o controle da murcha bacteriana.

33

34 **Palavras-chave:** *Ralstonia solanacearum*, *Ralstonia pseudosolanacearum*, *Solanum*  
35 *lycopersicum*, enxertia.

36

### 37 **ABSTRACT**

38 The bacterial wilt of solanaceae is caused by *Ralstonia solanacearum*, *R.*  
39 *pseudosolanacearum* and *R. syzygii* subsp *indonesiensis*, which are responsible for cause  
40 large losses in tomato crop, mainly in tropical regions. A good alternative for the  
41 management of the disease is the use of resistant rootstocks, but little information is  
42 available about the efficacy of tomato rootstocks for disease control. In this context, this  
43 study aimed to test the resistance level of fourteen tomato rootstocks to bacterial wilt.  
44 Two sets of five experiments were done, with each set formed by three *R. solanacearum*  
45 sequevars and two *R. pseudosolanacearum* sequevars. The genotypes Hawaii 7996 and  
46 L390 were used as universal standards of resistance and susceptibility, respectively. In  
47 the first set of experiments with *R. solanacearum*, strain CRMRS91 was quite aggressive,  
48 only the Hawaii 7996 genotype was considered resistant to strains, however when  
49 genotypes were inoculated with the strains CRMRS223 of *R. solanacearum* and  
50 CRMRS116 of *R. pseudosolanacearum*, the genotypes Woodstock, Guardiã, RZ01,  
51 Green Barrier, Muralha and Hawaii 7996 showed no symptoms. In the second set of  
52 experiments an increase in the index of disease presented by the genotypes was observed.  
53 The resistance of rootstocks to the species tested was dependent on the interaction  
54 between the strains and the conditions tested. The genotypes Hawaii 7996, Muralha,  
55 Guardiã e Woodstock showed the highest levels of resistance to the control of bacterial  
56 wilt.

57

58 **Keywords:** *Ralstonia solanacearum*, *Ralstonia pseudosolanacearum*, *Solanum*  
59 *lycopersicum*, grafting.

60

61 A murcha bacteriana tem sido responsável por causar grandes prejuízos na cultura  
62 do tomate e outras solanáceas cultivadas. A doença pode ser causada por *Ralstonia*  
63 *solanacearum*, *R. pseudosolanacearum* e *R. syzygii* subsp. *indonesiensis*, embora esta  
64 última não esteja presente no Brasil (Safni *et al.*, 2014; Prior *et al.*, 2016). Essas espécies

65 fitopatogênicas possuem uma ampla gama de hospedeiros, podendo causar doença em  
66 aproximadamente 450 espécies de mais de 54 famílias botânicas (Hayward, 1991; Wicker  
67 *et al.*, 2007). Além disso, essas bactérias tem uma ampla distribuição mundial e  
68 representam uma ameaça maior a cultivos realizados em regiões tropicais, pois a  
69 temperatura elevada e a alta umidade do solo são condições ideais para o estabelecimento  
70 da doença (Hayward, 1994; Elphinstone, 2005).

71 Após o surgimento da doença em áreas de cultivo, *Ralstonia* spp. pode se  
72 disseminar facilmente pela água de escoamento superficial ou através de solo  
73 contaminado aderido ao maquinário e implementos agrícolas (Hayward, 1991). As  
74 espécies de *Ralstonia* são habitantes do solo, o que dificulta o cultivo em áreas infestadas  
75 ou com histórico da murcha bacteriana. O principal sintoma da doença é a murcha,  
76 causada pela obstrução dos vasos, que pode causar a morte rápida da planta (Peeters *et*  
77 *al.*, 2013). O principal sintoma secundário é o escurecimento dos vasos, que ocorre à  
78 medida em que a planta vai sendo colonizada (Denny & Hayward, 2001).

79 O manejo da doença pode ser realizado de forma integrada, com a solarização do  
80 solo, adição de matéria orgânica e manejo da irrigação. Além dessas medidas, o uso de  
81 cultivares resistentes ou tolerantes pode ser uma boa alternativa para o controle da doença,  
82 visto que o controle genético é considerado de extrema importância para o manejo  
83 integrado de doenças radiculares (Marouelli *et al.*, 2005; Batista *et al.*, 2007; Lopes *et al.*,  
84 2015). Nesse contexto, a resistência dos porta-enxertos híbridos disponíveis para o  
85 manejo da murcha bacteriana das solanáceas não é considerada uma resposta de  
86 imunidade, pois os mesmos são capazes apenas de limitar o desenvolvimento do patógeno  
87 nos vasos condutores (Grimault *et al.*, 1994; Lopes *et al.*, 2015; Caldwell *et al.*, 2017).

88 Existe pouca informação disponível acerca da eficiência de porta-enxertos para  
89 tomateiros. Estudos recentes mostraram que alguns híbridos podem apresentar um  
90 fenótipo de suscetibilidade quando infectados por diferentes isolados de *Ralstonia* spp.  
91 Esses estudos demonstraram a importância da seleção de novas fontes de resistência e a  
92 necessidade da avaliação dos híbridos comerciais devido ao desempenho diferenciado  
93 dos porta-enxertos de acordo com o isolado testado (Rivard *et al.*, 2012; Lopes *et al.*,  
94 2015; Kim *et al.*, 2016; Lopes & Mendonça, 2016).

95 A técnica da enxertia evoluiu nos últimos anos, proporcionando a produção de um  
96 maior número de espécies enxertadas e o aumento da qualidade dos porta-enxertos

97 utilizados em escala comercial, contribuindo para o manejo de doenças, pragas e fatores  
98 abióticos estressantes, com conseqüente aumento da produtividade (Lee *et al.*, 2010;  
99 Huet, 2014). No entanto, o uso de plantas enxertadas deve ser considerado como uma  
100 medida complementar no manejo da murcha bacteriana, pois quando utilizada de forma  
101 isolada pode apresentar baixa eficiência para a redução das perdas de produção provocada  
102 pela doença, principalmente quando as condições ambientais forem favoráveis ao  
103 patógeno (Lopes *et al.*, 2015). Adicionalmente, as combinações de porta-enxerto/enxerto  
104 devem ser testadas de acordo com as condições climáticas e isolados representativos de  
105 diferentes regiões (Denny & Hayward, 2001; Rivard *et al.*, 2012; Ahmed *et al.*, 2015;  
106 Santiago *et al.*, 2017).

107 Embora os mecanismos de defesa das plantas estejam sendo elucidados, ainda há  
108 a necessidade de estudos mais aprofundados para seleção de novos porta-enxertos como  
109 fontes de resistência e de esclarecimentos sobre as interações que ocorrem em plantas  
110 enxertadas (Lee *et al.*, 2010; Guan *et al.*, 2012; Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2013). Portanto,  
111 faz-se necessário a realização de avaliações de acessos de espécies compatíveis com o  
112 tomateiro, considerando a variabilidade de *Ralstonia* spp. e as condições ambientais  
113 inerentes de cada região (Rivard *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2015; Santiago *et al.*, 2017).  
114 Assim, esse estudo teve como objetivos avaliar o comportamento de 14 porta-enxertos  
115 comerciais de tomateiro em relação à murcha bacteriana, causada por diferentes  
116 sequevares de *R. solanacearum* e *R. pseudosolanacearum*, nas condições ambientais do  
117 estado de Pernambuco.

118

## 119 MATERIAL E MÉTODOS

120

### 121 Teste de patogenicidade de isolados de *Ralstonia* spp.

122 Os isolados utilizados foram obtidos da Coleção de Culturas Rosa Mariano do  
123 Laboratório de Fitobacteriologia (LAFIBAC) da Universidade Federal Rural de  
124 Pernambuco (UFRPE). Foram utilizados três isolados de *R. solanacearum* e dois de *R.*  
125 *pseudosolanacearum*, de diferentes sequevares (Tabela 1). Esses isolados foram obtidos  
126 de regiões produtoras de tomate e foram selecionados com base na agressividade  
127 apresentada em testes de patogenicidade realizados em estudos anteriores (Albuquerque,  
128 2017).



129 Os cinco isolados de *Ralstonia* spp. foram cultivados em meio cloreto de  
130 trifeniltetrazólio (TZC) e incubados a 30° C por 48 h, para seleção de colônias virulentas  
131 (Kelman, 1954). O preparo das suspensões bacterianas foi realizado com água destilada  
132 esterilizada (ADE), ajustando-se a concentração para 10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup> com auxílio de  
133 fotocolorímetro (Analyser®) (Felix *et al.*, 2012).

134 Mudanças de tomateiro cultivar IPA 6 foram cultivadas em bandejas de 200 células,  
135 sendo transplantadas após 15 dias para vasos plásticos de 500 ml contendo solo e  
136 substrato comercial (Basaplant®), na proporção de 3:1. Passados 30 dias do semeio, as  
137 plantas foram inoculadas com a deposição de 15 mL da suspensão bacteriana no substrato,  
138 onde foi realizado o ferimento nas raízes em semicírculo. Para fins comparativos, foram  
139 utilizadas como testemunha absoluta, plantas tratadas apenas com ADE (Albuquerque,  
140 2017; Costa *et al.*, 2018).

141 As plantas foram avaliadas aos 25 dias após a inoculação, quando foi observada a  
142 estabilização dos sintomas da murcha nas plantas, conforme Lopes *et al.*, (2015). A  
143 avaliação foi realizada com auxílio da escala descritiva de notas de Nielsen & Haynes  
144 (1960), variando de 0 a 5, na qual a nota 0 foi atribuída a plantas sem sintoma, 1 a plantas  
145 com uma folha murcha, 2 a plantas com 1/3 de folhas murchas, 3 a plantas com 2/3 de  
146 folhas murchas, 4 a plantas murchas e 5 a plantas mortas. Os valores obtidos foram  
147 transformados em índice de doença (ID), onde  $ID = [\sum (\text{Nota da escala} \times \text{Frequência da nota}) / (\text{Número total de plantas} \times \text{Nota máxima da escala})] \times 100$ , utilizando-se os dados  
148 de severidade obtidos com o auxílio da escala de notas (McKinney, 1923). O  
149 delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições  
150 compostas por quatro plantas cada. Os dados obtidos foram checados quanto aos  
151 pressupostos da ANOVA e as médias comparadas pelo teste LSD ( $P < 0,05$ ) (AgroEstat,  
152 v.1.1.0.712rev77).

154

### 155 **Reação de porta-enxertos de tomateiro à murcha bacteriana**

156 A reação de 14 cultivares de porta-enxertos de tomate foi avaliada quanto ao nível  
157 de resistência a murcha bacteriana. As características das cultivares encontram-se  
158 descritas na Tabela 2. Para fins comparativos foram utilizadas as linhagens Hawaii 7996  
159 e L390, consideradas como padrões universais de resistência e suscetibilidade,

160 respectivamente (Wang *et al.*, 1998). Plantas tratadas com ADE foram utilizadas como  
161 testemunha negativa.

162 Dois conjuntos de cinco experimentos foram realizados, em cada conjunto foi  
163 avaliado o comportamento dos 14 genótipos de tomateiros em relação a cada um dos  
164 cinco isolados em experimentos independentes. O primeiro conjunto de experimentos foi  
165 montado no período de novembro a dezembro de 2017 (30°C±2; UR 57%) e o segundo  
166 de março a abril de 2018 (34°C±2; UR 65%). O plantio, inoculação e avaliação foram  
167 realizados conforme já descrito. Os experimentos foram conduzidos em casa de  
168 vegetação, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro  
169 repetições compostas por quatro plantas cada.

170 Foram avaliadas a incidência (INC – porcentagem de plantas com sintomas da  
171 doença em relação ao número total de plantas) e a severidade da murcha, avaliada  
172 conforme descrito anteriormente. Plantas assintomáticas foram analisadas quanto à  
173 infecção latente causada por *R. pseudosolanacearum* e *R. solanacearum*, seguindo-se a  
174 metodologia proposta por Lebeau *et al.* (2011). Fragmentos do caule foram retirados da  
175 região ligeiramente acima do colo da planta (com 2 cm de comprimento), os quais foram  
176 desinfestados superficialmente e transferidos para tubos contendo 5 mL de ADE. Os  
177 fragmentos permaneceram submersos em ADE por 2 h e, em seguida, uma alíquota de  
178 0,05 mL da amostra foi depositada em placas de Petri contendo o meio semi-seletivo  
179 SMSA modificado (Elphinstone *et al.*, 1996), espalhando-se a suspensão com alça de  
180 Drigalski. As placas foram incubadas a 30° C por 96 h, sendo, em seguida, observada a  
181 ausência ou presença de colônias de *Ralstonia* spp. no meio (Lebeau *et al.*, 2011).  
182 Colônias esbranquiçadas com centro róseo, fluídas e mucoides foram consideradas como  
183 *Ralstonia* spp. (Kelman, 1954). Os dados obtidos a partir dos isolamentos de plantas  
184 assintomáticas foram utilizados para o cálculo do índice de colonização de acordo com a  
185 fórmula  $CI = Nwp + (Ns \times Rs)$ , onde CI (índice de colonização), Nwp (porcentagem de  
186 plantas murchas), Ns (porcentagem de plantas sem sintomas), Rs (porcentagem de plantas  
187 sem sintomas com infecção latente) (Grimault *et al.*, 1994; Prior *et al.*, 1996).

188 As médias das variáveis foram checadas quanto aos pressupostos da ANOVA,  
189 sendo analisadas pelo teste Scott-Knott ( $P < 0,05$ ) (AgroEstat, v.1.1.0.712rev77).

190

191 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

192

**193            Teste de patogenicidade dos isolados de *Ralstonia* spp.**

194            Os isolados das duas espécies foram patogênicos e apresentaram um alto valor de  
195 ID. Foi observada diferença apenas entre os isolados CRMRS91 (100%) e CRMRS183  
196 (90%) (Tabela 3). Os resultados indicam que o teste foi realizado em condições ideais  
197 para o desenvolvimento da doença, refletidas na agressividade alta dos isolados  
198 (Hayward, 1994; Lopes *et al.*, 2015).

199

**200            Reação de porta-enxerto de tomateiro à murcha bacteriana**

201            No primeiro conjunto de experimentos com *R. solanacearum*, apenas o genótipo  
202 Hawaii 7996 foi considerado resistente ao isolado CRMRS91, com menor ID (10%),  
203 incidência (31,2%), IC (33,2%). Muralha, Woodstock e Guardiã foram estatisticamente  
204 iguais a outros genótipos, mas tiveram uma maior tendência de resistência moderada, com  
205 ID 38,7, 41,2 e 41,2, respectivamente (Tabela 4). No entanto, no segundo experimento  
206 com esse isolado, embora alguns genótipos não tenham apresentado 100% de incidência,  
207 todos esses foram suscetíveis à murcha bacteriana, com sintomas acima de 50% nas  
208 plantas e altos valores de ID (Tabela 6).

209            Em relação ao primeiro experimento com o isolado CRMRS183 (*R.*  
210 *solanacearum*), os únicos genótipos com maior nível de resistência e estatisticamente  
211 iguais foram: Hawaii 7996 (plantas assintomáticas e com baixo IC), Guardiã (ID de  
212 18,7%), e Muralha (ID de 22,5) (Tabela 4). No entanto, no segundo experimento com  
213 CRMRS183, todos os genótipos foram suscetíveis com a maioria das plantas murchas e  
214 altos valores de ID, INC e IC (Tabela 6).

215            Quando inoculados com o isolado CRMRS223 de *R. solanacearum*, vários  
216 genótipos foram resistentes a murcha bacteriana no primeiro experimento, obtendo  
217 plantas assintomáticas e com baixo valor de IC, como o Yoshimatso, BSPE0039, RZ01,  
218 Green Rise, Green Barrier, Guardiã, Woodstock, Muralha e Hawaii 7996 (Tabela 4).  
219 Green power também apresentou um ID de 13,7, sendo estatisticamente igual aos outros  
220 genótipos citados acima que não apresentaram sintomas de murchas nas plantas (Tabela  
221 4). No segundo experimento com esse isolado, apenas o Muralha repetiu o resultado com  
222 plantas sem sintomas de murcha bacteriana e zero de IC. No entanto, Guardiã, Hawaii  
223 7996 e Green Power foram estatisticamente iguais ao Muralha, com baixo valor de ID

224 (Tabela 6). Mesmo com a ausência de sintomas para o isolado CRMRS223, a resistência  
225 encontrada não foi uma resposta de imunidade.

226 No primeiro experimento com *R. pseudosolanacearum*, vários genótipos foram  
227 resistentes à murcha bacteriana causada pelo isolado CRMRS116, principalmente o  
228 Woodstock, Guardiã, RZ01, Green Barrier, Muralha e o Hawaii 7996, os quais não  
229 apresentaram sintomas da doença. Apenas o Muralha e Guardiã tiveram IC de 1,0 e o  
230 RZ01 com IC de 2,0 (Tabela 5). Além desses, os genótipos Green Power e BSPE0041 se  
231 destacaram com valores baixos de ID, 10 e 16,2, respectivamente. Green Power não  
232 diferiu estatisticamente dos genótipos que não apresentaram sintomas. Os genótipos  
233 Yoshimatso, RZ02 e BSPE0039 foram estatisticamente iguais ao BSPE0041, todos com  
234 valor de ID abaixo de 38,0 (Tabela 5). Entretanto, no segundo experimento com o  
235 CRMRS116, apenas os genótipos Woodstock, Muralha e Guardiã apresentaram plantas  
236 assintomáticas, se destacando com maior nível de resistência a doença, além do Hawaii  
237 7996 e Green Power com ID de 21,2 e 36,2, respectivamente (Tabela 7).

238 Outro isolado de *R. pseudosolanacearum* utilizado foi o CRMRS126, onde os  
239 genótipos BSPE0039 e Guardiã foram resistentes no primeiro experimento, sem  
240 sintomas de murchas em todas as plantas e com IC apenas de 0,7 e 1,2, respectivamente.  
241 Embora com maiores incidências da murcha bacteriana, Hawaii 7996 (ID de 21,2), Green  
242 Rise (ID de 23,7), BSPE0041 (ID de 32,5) e Muralha (ID de 38,7), também apresentaram  
243 resultados promissores. Outros genótipos foram estatisticamente iguais a esses ao  
244 considerar o ID (Tabela 5). No entanto, no segundo experimento, apenas dois genótipos  
245 tiveram menores ID, sendo o Guardiã (41,2) e Hawaii 7996 (53,7) (Tabela 7).

246 O segundo experimento de maneira geral apresentou uma maior média nas  
247 variáveis estudadas. O genótipo Hawaii 7996 teve sua resistência suplantada por todos os  
248 isolados testados (ID de 21,25 a 72,5 e INC de 43,75 a 100) (Tabelas 6 e 7). Quando  
249 analisados os resultados dos dois conjuntos de experimentos pode-se observar que os  
250 genótipos Hawaii 7996, Muralha, Guardiã e Woodstock apresentaram resultados  
251 promissores, podendo ser explorados no manejo da doença. Os resultados encontrados  
252 em experimentos anteriores corroboram com os obtidos neste trabalho, em seus  
253 experimentos os genótipos Hawaii 7996, Muralha e Guardiã foram considerados os mais  
254 resistentes, não diferindo entre si (Lopes *et al.*, 2015).

255 A porcentagem de murcha encontrada na literatura para Hawaii 7996 pode chegar  
256 a 100% em testes realizados com *R. solanacearum*, porém o genótipo ainda pode ser  
257 considerado uma boa fonte de resistência, sendo utilizado em experimentos de seleções  
258 de fontes de resistência (Carmeille *et al.*, 2006; Wicker *et al.*, 2007; Lopes *et al.*, 2015;  
259 Albuquerque *et al.*, 2017). Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que a  
260 quebra da resistência é específica para cada isolado, concordando com os resultados  
261 encontrados em trabalhos anteriores (Lebeau *et al.*, 2011; Boiteux & Eschemback, 2015;  
262 Kim *et al.*, 2016). Além disso, essa quebra de resistência está altamente relacionada com  
263 fatores ligados ao ambiente e a alta variabilidade genética das espécies (Rivard *et al.*,  
264 2012; Santiago *et al.*, 2017).

265 A maior incidência encontrada no segundo experimento pode estar relacionada  
266 com o aumento observado na temperatura e UR em relação ao primeiro experimento, pois  
267 temperaturas e UR elevadas favorecem o desenvolvimento do patógeno, sendo a  
268 temperatura considerada um dos principais fatores para o estabelecimento da relação  
269 patogênica (Hayward, 1991).

270 O Brasil é considerado um importante centro de variabilidade genética de  
271 *Ralstonia* spp. Essa alta variabilidade encontrada no País é determinante para a reação  
272 diferenciada de plantas resistentes de acordo com os isolados testados (Santiago *et al.*,  
273 2017). Testes anteriores realizados com o objetivo de avaliar o nível da resistência de  
274 porta-enxertos híbridos de tomateiro à murcha bacteriana mostraram resultados  
275 semelhantes aos encontrados neste trabalho. Os acessos testados também não foram  
276 capazes de impedir o desenvolvimento da doença, apresentando uma porcentagem de  
277 plantas murchas de até 100%, variando também de acordo com a combinação porta-  
278 enxerto e isolado testados (Lopes *et al.*, 2015; Lopes & Mendonça, 2016).  
279 Semelhantemente, porta-enxertos testados em diferentes regiões dos Estados Unidos  
280 também apresentaram fenótipos diferentes quanto às reações de resistência encontradas,  
281 variando de acordo com a região testada, mas embora tenham apresentado sintomas em  
282 testes realizados em casa de vegetação, as plantas enxertadas foram capazes de produzir  
283 de forma economicamente viável em testes de campo realizados em áreas com solos  
284 naturalmente infestados com *Ralstonia* spp (McAvoy *et al.*, 2012; Rivard *et al.*, 2012).  
285 Plantas enxertadas no híbrido Dai Honmei tiveram os maiores rendimentos, com  
286 incremento de 103 % na produção com relação às plantas não inoculadas (Rivard *et al.*,

287 2012). Logo, a presença de sintomas não deve ser um fator determinante na seleção de  
288 fontes de resistência, sendo necessária a realização de testes de campo complementares  
289 para a avaliação da capacidade produtiva dos híbridos enxertados (McAvoy *et al.*, 2012;  
290 Rivard *et al.*, 2012). Adicionalmente, os porta-enxertos que apresentaram bons níveis de  
291 resistência, mesmo havendo sido constatada a infecção latente através do isolamento de  
292 plantas assintomáticas (Figura 1), podem se apresentar como candidatos potenciais para  
293 uso no controle genético da doença, quando plantados em campos com baixa pressão de  
294 inóculo (McAvoy *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2015).

295 Algumas moléculas são constantemente transportadas entre copa e porta-enxerto,  
296 em um processo dinâmico e bilateral. Essa troca de moléculas pode ser responsável por  
297 induzir a resistência em uma copa suscetível quando enxertada em um porta-enxerto  
298 resistente, através da codificação de novas proteínas, transporte de DNA e hormônios (LI  
299 *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2017). A altura da enxertia também é um fator que pode  
300 influenciar na resistência apresentada por uma planta enxertada. Recentemente foi  
301 mostrado que a enxertia realizada 10 cm acima do colo em plantas de tomateiros,  
302 restringia ao porta-enxerto a colonização de *R. solanacearum*. Esse resultado sugere que  
303 no caso de porta-enxertos que permitem a colonização pelo patógeno, pode-se optar por  
304 ponto de enxertia mais alto para evitar que a doença apareça na copa (Uehara & Nakaho,  
305 2018).

306 O estabelecimento de doenças de maneira geral está ligado com as interações  
307 resultantes de fatores ligados ao ambiente, ao hospedeiro, ao patógeno e às intervenções  
308 humanas através de práticas culturais ao longo do tempo (Kranz, 1974). Logo, o uso de  
309 porta-enxertos promissores associados à outras medidas de controle podem contribuir  
310 para o manejo da murcha bacteriana das solanáceas em condições de menor pressão de  
311 inóculo, não devendo ser utilizados de maneira isolada, principalmente quando as  
312 condições forem favoráveis ao desenvolvimento da doença (Marouelli *et al.*, 2005; Lopes  
313 *et al.*, 2015).

314 Com base nos dados obtidos, conclui-se que a resistência de porta-enxertos às  
315 espécies testadas variou de acordo com os isolados e as condições testadas. Além disso,  
316 os genótipos Hawaii, Muralha, Guardiã e Woodstock apresentaram uma resistência mais  
317 estável, podendo ser utilizados para o controle da murcha bacteriana.

318

319 **AGRADECIMENTOS**

320

321 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq),  
322 pela bolsa de estudos concedida a Géssyka Rodrigues de Albuquerque.

323

324 **REFERÊNCIAS**

325

326 AHMED NN; ISLAM MR; HOSSAIN MA; HOSSAIN MM. 2013. Determination of races  
327 and biovars of *Ralstonia solanacearum* causing bacterial wilt disease of potato, *Journal*  
328 *of Agricultural Science* 5: 1–8.

329 ALBUQUERQUE GMR. 2017. *Resistência à murcha bacteriana em tomateiro:*  
330 *diversidade de Ralstonia spp. em Pernambuco, seleção de acessos silvestres e*  
331 *caracterização genética da resistência*. Recife: UFRPE. 121p (Tese doutorado).

332 ALBUQUERQUE GMR; SOUZA EB; SILVA AMF; LOPES CA; BOITEUX, LS;  
333 FONSECA, MEN. 2017. Genome Sequence of *Ralstonia pseudosolanacearum* Strains  
334 with Compatible and Incompatible Interactions with the Major Tomato Resistance Source  
335 Hawaii 7996. *Genome Announcements* 5 00982-17.

336 BAPTISTA MJ; REIS JUNIOR FB; XAVIER GR; ALCÂNTARA C; OLIVEIRA AR;  
337 SOUZA RB; LOPES CA. 2007. Eficiência da solarização e biofumigação do solo no  
338 controle da murcha-bacteriana do tomateiro no campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*  
339 42: 933–938.

340 CALDWELL D; KIM BS; IYER-PASCUZZI AS. 2017. *Ralstonia solanacearum*  
341 differentially colonizes roots of resistant and susceptible tomato plants. *Phytopathology*  
342 107:528-536.

343 CARMEILLE A; CARANTA C; DIITINGER J; PRIOR P; LUISETTI J; BESSE P. 2006.  
344 *Identification of QTLs for Raltonia solanacearum race 3-phylo type II resistance in*  
345 *tomato. Teoryapplied Genetics* 113: 110-121.

346 COSTA, KDS; SANTOS, AMM; SANTOS, PR; NASCIMENTO, MR; SILVA, AMF;  
347 ALBUQUERQUE, GMR; BATISTA, RO; PEREIRA, JWJ; CARVALHO FILHO, JLS.  
348 2018. Inheritance of resistance to *Ralstonia pseudosolanacearum* in tomato. *Euphytica*  
349 214: 137-148.

- 350 DENNY TP; HAYWARD AC. 2001. *Ralstonia*. In: SCHAAD NW; JONES JB; CHUN W.  
351 (Eds.). *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. Saint Paul:  
352 American Phytopathological Society. p.151-174.
- 353 ELPHINSTONE JG; HENNESSY J; WILSON JK; STEAD DE. 1996. Sensitivity of  
354 different methods for the detection of *Ralstonia solanacearum* in potato tuber extracts.  
355 *EPPO Bulletin* 26: 663-678.
- 356 FELIX KCS; SOUZA EB. MICHEREFF SJ; MARIANO RLR. 2012. Survival of *Ralstonia*  
357 *solanacearum* in infected tissues of *Capsicum annuum* and in soils of the state of  
358 Pernambuco, Brazil. *Phytoparasitica* 40: 53-62.
- 359 GRIMAULT V; ANAIS G; PRIOR P. 1994. Distribution of *Pseudomonas solanacearum* in  
360 the stem tissues of tomato plants with different levels of resistance to bacterial wilt. *Plant*  
361 *Pathology* 43: 663-668.
- 362 GUAN W; ZHAO X; HASSELL R; THIES J. 2012. Defense mechanisms involved in  
363 disease resistance of grafted vegetables. *HortScience* 47: 164-170.
- 364 HAYWARD AC. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas*  
365 *solanacearum*. *Annual Review Phytopathology* 29: 65-87.
- 366 HAYWARD AC. 1994. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In: HAYWARD AC;  
367 HARTMAN GL. (Eds.) *Bacterial wilt: The disease and its causative agent, Pseudomonas*  
368 *solanacearum*. Wallingford: CAB International. p. 9-24.
- 369 HUET G. 2014. Breeding for resistances to *Ralstonia solanacearum*. *Frontiers in Plant*  
370 *Science* 5: 715-720.
- 371 KELMAN A. 1954. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to  
372 colony appearance on a tetrazolium medium. *Phytopathology* 44: 693-695.
- 373 KIM SG; HUR O; RO N; KO H; RHEE J; SUNG JS; RYU K; LEE S; BAEK HJ. 2016.  
374 Evaluation of Resistance to *Ralstonia solanacearum* in Tomato Genetic Resources at  
375 Seedling Stage. *Plant Pathology* 32: 58-64.
- 376 KRANZ J. 1974. *Epidemics of plant disease: mathematical analysis and modeling*. Berlin:  
377 Springer-Verlag, 170p.
- 378 LEBEAU A; DAUNAY MC; FRARRY A; PALLOIX A; WAMG JF; DINTINGER J;  
379 CHIROLEU F; WICKER E; PRIOR P. 2011. Bacterial wilt resistance in tomato, pepper,  
380 and eggplant: genetic resources respond to diverse strains in the *Ralstonia solanacearum*  
381 species complex. *Phytopathology* 101: 154-165.



- 382 LEE J; KUBOTA C; TSAO SJ; BIE Z; HOYOS EP; MORRA L; ODA M. 2010. Current  
383 status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia*  
384 *Horticulturae* 127: 93-105.
- 385 LI YJ; LIANG GY; LIU XJ; LIU DC; FANG C. 2009. Proteomic study on grafted and non-  
386 grafted cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Acta Horticulturae Sinica* 36: 1147-1152.
- 387 LOPES CA; BOITEUX LS; ESCHEMBACK V. 2015. Eficácia relativa de porta-enxertos  
388 comerciais de tomateiro no controle da murcha-bacteriana. *Horticultura Brasileira* 33:  
389 125-130.
- 390 LOPES CA; MENDONÇA JL. 2016. Reação de acessos de jurubeba à murcha bacteriana  
391 para uso como porta-enxerto em tomateiro. *Horticultura Brasileira* 34: 356-360.
- 392 MAROUELLI WA; LOPES CA; SILVA WLC. 2005. Incidência de murcha bacteriana em  
393 tomate para processamento industrial sob irrigação por gotejamento e aspersão.  
394 *Horticultura Brasileira* 23: 320-323.
- 395 MCAVOY T; FREEMAN JH; RIDEOUT SL; OLSON SM; PARET ML. 2012. Evaluation  
396 of grafting using hybrid rootstocks for management of bacterial wilt in field tomato  
397 production. *HortScience* 47: 621-625.
- 398 MCKINNEY HH. 1923. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat  
399 seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research* 26: 195-217.
- 400 NIELSEN LW; HAYNES FL. 1960. Resistance in *Solanum tuberosum* to *Pseudomonas*  
401 *solanacearum*. *America Potato Journal* 37: 260-267.
- 402 PEETERS, N; GUIDOT, A; VAILLEAU, F; VALLS, M. 2013. *Ralstonia solanacearum*, a  
403 widespread bacterial plant pathogen in the post-genomic era. *Molecular Plant Pathology*  
404 14: 651-662.
- 405 PRIOR, P; BART, S; LECLERCQ, S; DARRASSE, A; ANAIS, G. 1996. Resistance to  
406 bacterial wilt in tomato as discerned by spread of *Pseudomonas (Burholderia)*  
407 *solanacearum* in the stem tissues. *Plant Pathology* 45: 720-726.
- 408 PRIOR, P; AILLOUD, F; DALSING, BL; REMENANT, B; SANCHEZ, B; ALLEN, C.  
409 2016. Genomic and proteomic evidence supporting the division of the plant pathogen  
410 *Ralstonia solanacearum* into three species. *BMC Genomics* 17: 90-117.
- 411 RIVARD CL; O'CONNELL S; PEET MM; ELKER RM; LOUWS FJ. 2012. Grafting  
412 tomato to manage bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* in the southeastern  
413 United States. *Plant Disease* 96: 973-978.

- 414 SAFNI I; CLEENWERCK I; DE VOS P; FEGAN M; SLY L; KAPPLER U. 2014.  
415 Polyphasic taxonomic revision of the *Ralstonia solanacearum* species complex: proposal  
416 to emend the descriptions of *R. solanacearum* and *R. syzygii* and reclassify current *R.*  
417 *syzygi* strains as *Ralstoniasyzygi* subsp. *syzygii*, *R. solanacearum* phylotype IV strains as  
418 *Ralstoniasyzygi* subsp. *indonesiensis* subsp. nov., banana blood disease bacterium strains  
419 as *Ralstoniasyzygi* subsp. *celebesensis* subsp. nov. and *R. solanacearum* phylotypes I and  
420 III strains as *Ralstoniapseudosolanacearum* sp. nov. *International Journal of Systematic*  
421 *and Evolutionary Microbiology* 64: 3087-3103.
- 422 SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ E; ROMERO L; RUIZ JM. 2013. Role of Grafting in Resistance  
423 to Water Stress in Tomato Plants: Ammonia Production and Assimilation. *Journal of*  
424 *Plant Growth Regulation* 32: 831-842.
- 425 SANTIAGO TR; LOPES CA; CAETANO-ANOLLÉS G; MIZUBUTI ESG. 2017.  
426 Phylotype and sequevar variability of *Ralstonia solanacearum* in Brazil, an ancient center  
427 of diversity of the pathogen. *Plant Pathology* 66: 383–392.
- 428 UEHARA T; NAKAHO K. 2018. Effects of high grafting on tomato plants infected by  
429 *Meloidogyne incognita* and *Ralstonia solanacearum*. *Journal of Phytopathology* 166: 53-  
430 58.
- 431 WANG J; JIANG L; WU R. 2017. Plant grafting: how genetic exchange promotes vascular  
432 reconnection. *New Phytologist* 214: 56-65.
- 433 WANG JF; HANSON P; BARNES JA. 1998. Worldwide evaluation of an international set  
434 of resistance sources to bacterial wilt in tomato. IN: PRIOR, P.; ALLEN, C.;  
435 ELPHINSTONE, J. (eds.). *Bacterial wilt disease*. Molecular and ecological aspects.  
436 Berlin: Springer - INRA. p. 269-275.
- 437 WICKER E; GRASSART L; CORANSON-BEAUDU R; MIAN D; GUILBAUD C;  
438 FEGAN M; PRIOR P. 2007. *Ralstonia solanacearum* strains from Martinique (French  
439 West Indies) exhibiting a new pathogenic potential. *Applied and Environmental*  
440 *Microbiology* 73: 6790–680.

441 **Tabela 1.** Descrição dos isolados utilizados nos no presente estudo.

<b>Isolado</b>	<b>Espécie</b>	<b>Município</b>	<b>Sequevar*</b>
<b>CRMRS116</b>	<i>Ralstonia pseudosolanacearum</i>	Gravatá	I-18
<b>CRMRS126</b>	<i>R. pseudosolanacearum</i>	Belém de São Francisco	I-17
<b>CRMRS91</b>	<i>R. solanacearum</i>	Camocim de São Félix	IIA-58
<b>CRMRS183</b>	<i>R. solanacearum</i>	Petrolina	IIA-50
<b>CRMRS223</b>	<i>R. solanacearum</i>	Bezerros	IIA-59

442 \* Fonte: Albuquerque, 2017.

443 **Tabela 2.** Características dos porta-enxertos utilizados neste estudo.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>Empresa</b>	<b>Tipo de resistência *</b>
<b>Guardião</b>	Takiiseed	Rs; Vd; Fol 1 e 2; For; ToMV Ma; Mj; Mi
<b>Muralha</b>	Takiiseed	Rs, Vd, Fol 1, e 2, For, ToMV, Ma, Mi e Mj
<b>TD1</b>	Takiiseed	Rs
<b>Green power</b>	Takiiseed	Rs, Vd, Fol 1, 2 e 3, For, ToMV, Ma, Mi e Mj
<b>Green barrier</b>	Takiiseed	Rs
<b>Green rise</b>	Takiiseed	Rs
<b>Yoshimatsu</b>	Inpa	Rs
<b>Woodstock</b>	Sakataseed	Rs, Vd 1, Fol 1 e 2, For, ToMV, Mi 1, 2, 3 e 4 e Mj
<b>Defensor F1</b>	Topseed	Rs, Fol 0, 2 e 3, For, Mi, ToMV e Vd,
<b>RZ01</b>	RijkZwaan	Rs
<b>RZ02</b>	RijkZwaan	Rs
<b>BSPE0039</b>	Blue seeds	Rs
<b>BSPE0041</b>	Blue seeds	Rs
<b>Tropithai F1</b>	East-westseed	Rs

444 \* Rs: *Ralstonia solanacearum*; Vd: *Verticillium dahliae*; Fol 1 e Fol 2: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raças 1 e 2; For: *F. oxysporum*  
445 f. sp. *radicis-lycopersici*; ToMV: *Tomato Mosaic Virus*; Ma: *Meloidogyne arenaria*; Mj: *M. javanica*; Mi: *M. incognita*, raças 1, 2, 3 e 4.  
446 Fonte: Informações obtidas junto às empresas.

447 **Tabela 3.** Índice de doença apresentado por plantas de tomateiros, cultivar IPA 6, no teste de patogenicidade.

<b>Isolados</b>	<b>Índice de doença (%)</b>
<b>CRMRS91</b>	100 a
<b>CRMRS126</b>	98,7 ab
<b>CRMRS116</b>	98,7 ab
<b>CRMRS223</b>	97,5 ab
<b>CRMRS183</b>	90 b
CV (%)	10

448 1 ID calculado pela fórmula de Mckiney (1923), estimado por meio por meio de escala descritiva de notas (Nielsen & Haynes, 1960)

449 2 *R. solanacearum*

450 3 *R. pseudosolanacearum*

451 4 Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

452 **Tabela 4.** Reação de genótipos de tomateiro a isolados de *R. solanacearum* em experimentos realizado de novembro a dezembro de 2017  
 453 (30°C±2; UR 57%).

Genótipo *	CRMRS91			CRMRS183			CRMRS223			454
	ID**	INC **	IC **	ID	INC	IC	ID	INC	IC	
<b>L 390</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	
<b>Defensor</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	
<b>Tropithai</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	36,2 c	56,2 b	56,7 b	
<b>RZ02</b>	86,2 a	93,7 a	93,7 a	77,5 b	87,5 a	87,5 a	53,7 b	68,7 b	69,0 b	
<b>Yoshimatsu</b>	82,5 a	87,5 a	87,5 a	72,5 b	93,7 a	93,7 a	0,0 d	0,0 d	1,5 d	
<b>BSPE0039</b>	71,2 a	87,5 a	87,5 a	76,2 b	81,2 a	81,2 a	0,0 d	0,0 d	2,0 d	
<b>TD1</b>	66,2 b	81,2 a	81,2 a	61,2 b	87,5 a	87,5 a	46,2 b	75,0 b	75,9 b	
<b>RZ01</b>	58,7 b	87,5 a	87,5 a	72,5 b	93,7 a	93,7 a	0,0 d	0,0 d	2,5 d	
<b>BSPE0041</b>	58,7 b	87,5 a	87,5 a	67,5 b	75,0 a	75,0 a	31,2 c	31,2 c	33,5 c	
<b>Green Rise</b>	53,7 b	81,2 a	81,2 a	66,2 b	87,5 a	87,5 a	0,0 d	0,0 d	2,5 d	
<b>Green Barrier</b>	51,2 b	87,5 a	87,5 a	48,7 c	81,2 a	81,2 a	0,0 d	0,0 d	1,5 d	
<b>Green Power</b>	46,2 b	81,2 a	81,2 a	37,5 c	93,7 a	93,7 a	13,7 d	18,7 c	21,1 c	
<b>Guardião</b>	41,2 b	62,5 b	63,7 b	18,7 d	43,7 b	45,5 b	0,0 d	0,0 d	1,0 d	
<b>Woodstock</b>	41,2 b	81,2 a	81,2 a	57,5 b	68,7 a	69,0 a	0,0 d	0,0 d	2,0 d	
<b>Muralha</b>	38,7 b	81,2 a	81,2 a	22,5 d	50,0 b	50,7 b	0,0 d	0,0 d	1,7 d	
<b>Hawaii7996</b>	10,0 c	31,2 c	33,2 c	0,0 d	0,0 c	2,5 c	0,0 d	0,0 d	1,0 d	
CV (%)	28,7	21,8	21,5	24,2	20,9	20,7	50,6	49,7	46,3	

455 \* Hawaii 7996 e L390: controles resistente e suscetível; \*\*ID= índice de doença; INC = incidência da doença; IC = índice de colonização.

456 Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05).

457 **Tabela 5.** Reação de genótipos de tomateiro a isolados de *R. pseudosolanacearum* em experimentos realizados de novembro a dezembro de  
 458 2017 (30°C±2; UR 57%).

Genótipo *	CRMrs116			CRMrs126		
	ID**	INC**	IC **	ID	INC	IC
<b>L 390</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>Defensor</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>TD1</b>	87,5 b	93,7 a	93,7 a	50,0 c	81,2 a	81,2 a
<b>Tropithai</b>	83,7 b	100 a	100 a	70,0 b	75,0 a	75,0 a
<b>Green Rise</b>	65,0 c	81,2 a	81,2 a	23,7 c	43,7 b	44,5 b
<b>BSPE0039</b>	37,5 d	56,2 b	56,2 b	0,0 d	0,0 c	0,7 c
<b>RZ02</b>	27,7 d	56,2 b	57,0 b	66,2 b	93,7 a	93,7 a
<b>Yoshimatsu</b>	23,7 d	43,7 c	43,7 c	71,2 b	81,2 a	81,2 a
<b>BSPE0041</b>	16,2 d	43,7 c	43,7 c	32,5 c	50,0 b	50,5 b
<b>Green Power</b>	10,0 e	31,2 c	31,7 c	61,2 b	93,7 a	93,7 a
<b>Muralha</b>	0,0 e	0,0 d	1,0 d	38,7 c	87,7 a	87,7 a
<b>Green Barrier</b>	0,0 e	0,0 d	0,0 d	41,2 c	81,2 a	81,2 a
<b>RZ01</b>	0,0 e	0,0 d	2,0 d	57,5 b	100 a	100 a
<b>Hawaii7996</b>	0,0 e	0,0 d	0,0 d	21,2 c	43,7 b	55,5 b
<b>Guardião</b>	0,0 e	0,0 d	1,0 d	0,0 d	0,0 c	1,2 c
<b>Woodstock</b>	0,0 e	0,0 d	0,0 d	43,7 c	75,0 a	75,2 a
CV (%)	30,1	35,9	35,6	33,7	30,5	30,2

459 \* Hawaii 7996 e L390: controles resistente e suscetível; \*\*ID = índice de doença; INC = incidência da doença; IC = índice de colonização.

460 Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

461 **Tabela 6.** Reação de genótipos de tomateiro aos isolados de *R. solanacearum* em experimentos realizados de março a abril de 2018  
 462 (34°C±2; UR 65%).

Genótipo *	CRMRS91			CRMRS183			CRMRS223		
	ID**	INC **	IC **	ID	INC	IC	ID	INC	IC
<b>L 390</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>TD1</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>Yoshimatsu</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	50,0 c	62,5 b	62,5 b
<b>Defensor</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>Tropithai</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	93,7 a	93,7 a	93,7 a
<b>Green Rise</b>	95,0 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>Green Barrier</b>	92,5 a	93,7 a	93,7 a	100 a	100 a	100 a	66,2 b	68,7 b	68,8 b
<b>RZ01</b>	88,7 a	100 a	100 a	90,0 a	100 a	100 a	71,2 b	75,0 a	75,0 a
<b>BSPE0039</b>	80,0 b	87,5 a	87,5 a	87,5 a	87,5 b	87,5 b	72,5 b	93,7 a	93,7 a
<b>Muralha</b>	77,5 b	87,5 a	87,5 a	81,2 b	81,2 b	81,2 b	0,0 d	0,0 c	0,0 c
<b>Green power</b>	77,5 b	87,5 a	87,5 a	93,7 a	93,7 a	93,7 a	33,7 d	56,2 b	56,3 b
<b>BSPE0041</b>	75,0 b	87,5 a	87,5 a	82,5 b	93,7 a	93,7 a	52,5 c	93,7 a	93,8 a
<b>RZ02</b>	72,5 b	81,2 a	81,2 a	100 a	100 a	100 a	60,0 c	81,2 a	81,2 a
<b>Hawaii7996</b>	63,7 b	100 a	100 a	63,7 c	87,5 b	87,5 b	25,0 d	43,7 b	43,9 b
<b>Guardião</b>	55,0 b	75,0 a	75,0 a	60,0 c	68,7 c	68,8 c	30,0 d	43,7 b	43,7 b
<b>Woodstock</b>	53,7 b	87,5 a	87,5 a	76,2 b	100 a	100 a	50,0 c	62,5 b	62,5 b
CV (%)	20,8	14,8	14,8	24,1	8,5	8,5	32,7	25	25

463 \* Hawaii 7996 e L390: controles resistente e suscetível; \*\*ID= índice de doença; INC = incidência da doença; IC = índice de colonização

464 Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (P < 0,05).

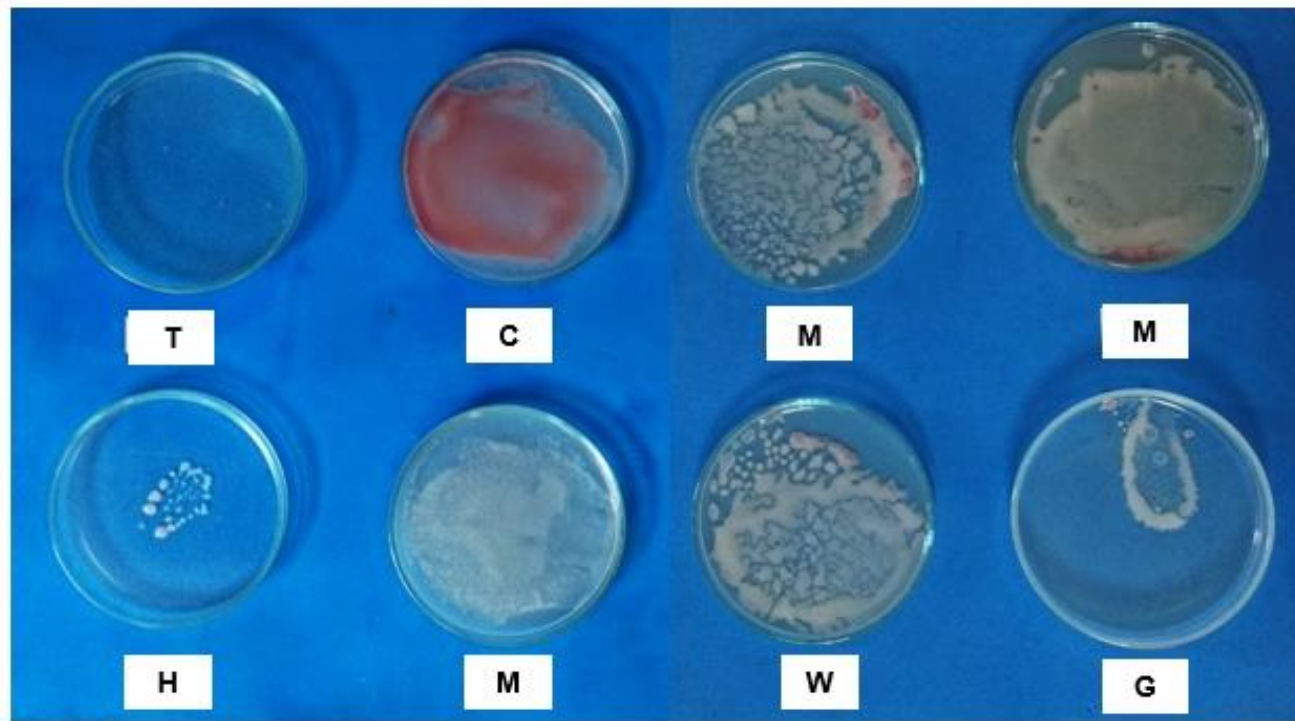


465 **Tabela 7** Reação de genótipos de tomateiro aos isolados de *R. pseudosolanacearum* em experimentos realizados de março a abril de 2018  
 466 (34°C±2; UR 65%).

Genótipo *	CRMRS116			CRMRS126		
	ID **	INC**	IC **	ID	INC	IC
<b>L 390</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>TD1</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>Green Rise</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>Defensor</b>	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<b>Tropithai</b>	83,7 b	93,7 a	93,7 a	100 a	100 a	100 a
<b>RZ02</b>	80,0 b	93,7 a	93,7 a	91,2 a	100 a	100 a
<b>RZ01</b>	60,0 c	75,0 b	75,0 b	78,7 b	81,2 b	81,2 b
<b>Yoshimatsu</b>	56,2 c	81,2 b	81,3 b	92,5 a	93,7 a	93,7 a
<b>BSPE0039</b>	55,0 c	75,0 b	75,0 b	93,7 a	93,7 a	93,7 a
<b>BSPE0041</b>	52,5 c	68,7 b	68,8 b	97,5 a	100 a	100 a
<b>Green Barrier</b>	50,0 c	62,5 b	62,5 b	76,2 b	81,2 b	81,2 b
<b>Green power</b>	36,2 d	68,7 b	68,8 b	75,0 b	75,0 b	75,0 b
<b>Hawaii7996</b>	21,2 d	50,0 b	50,0 b	53,7 c	62,5 c	62,5 c
<b>Guardião</b>	0,0 e	0,0 c	0,0 c	41,2 c	50 c	50 c
<b>Muralha</b>	0,0 e	0,0 c	0,0 c	95,0 a	100 a	100 a
<b>Woodstock</b>	0,0 e	0,0 c	0,0 c	65,0 b	81,2 b	81,2 b
CV (%)	24,1	22,1	22,1	15,3	14,5	14,5

467 \* Hawaii 7996 e L390: controles resistente e suscetível; \*\*ID= índice de doença; INC = incidência da doença; IC = índice de colonização

468 Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).



469  
470 **Figura 1.** Resultados representativos dos isolamentos feitos a partir de plantas assintomáticas, (T) Testemunha; (C) Controle positivo; (H)  
471 Hawaii 7996; (M) Muralha; (W) Woodstock; (G) Guardião.

## **CAPÍTULO III**

### **Conclusões Gerais**

## CONCLUSÕES GERAIS

A resistência dos porta-enxertos às espécies avaliadas foi dependente da interação entre os isolados e as condições testadas.

A resistência de Hawaii 7996 foi suplantada pelos isolados de *R. solanacearum* e *R. pseudosolanacearum*.

Os genótipos Hawaii 7996, Guardiã, Muralha e Woodstock apresentaram os melhores níveis de resistência à murcha bacteriana.