

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL

USO DA ENXERTIA PARA O CONTROLE DA MURCHA
BACTERIANA [*Ralstonia solanacearum* Smith (1896)
(Yabuuchi) *et al.* 1996] NO TOMATEIRO

BRUNNO DOS SANTOS FERNANDES

MANAUS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL

BRUNNO DOS SANTOS FERNANDES

USO DA ENXERTIA PARA O CONTROLE DA MURCHA
BACTERIANA [*Ralstonia solanacearum* Smith (1896)
(Yabuuchi) *et al.* 1996] NO TOMATEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr^a. Jânia Lília da Silva Bentes

MANAUS

2016

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F363u	Fernandes, Bruno dos Santos Uso da enxertia para o controle da murcha bacteriana [<i>Ralstonia solanacearum</i> Smith (1896) (Yabuuchi) et al. 1996] no tomateiro / Bruno dos Santos Fernandes. 2016 56 f.: il. color; 31 cm. Orientadora: Jânia Lília da Silva Bentes Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas. 1. <i>Solanum lycopersicum</i> . 2. <i>Ralstonia solanacearum</i> . 3. <i>Solanum sessiliflorum</i> . 4. <i>Solanum viarum</i> . I. Bentes, Jânia Lília da Silva II. Universidade Federal do Amazonas III. Título
-------	---

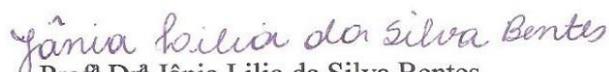
BRUNNO DOS SANTOS FERNANDES

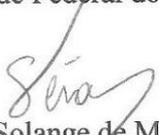
USO DA ENXERTIA PARA O CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA [*RALSTONIA SOLANACEARUM* SMITH (1896) (YABUUCHI) ET AL. 1996] NO TOMATEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovado em 29 de Janeiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA


Prof^ª Dr^ª Jânia Lilia da Silva Bentes
Universidade Federal do Amazonas


Prof^ª Dr^ª Solange de Mello Veras
Universidade Federal do Amazonas


Prof^ª Dr^ª Liane Cristine Rebouças Demosthenes
Universidade Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

A Deus que me ensinou a perseverar e nunca desistir e esteve do meu lado nos momentos mais difíceis;

Aos meus queridos pais, extraordinárias pessoas, verdadeiros amigos e incentivadores;

A todos que fazem parte da Família Fernandes pela compreensão dos momentos em que estive ausente e pelos incentivos dispensados durante a minha vida acadêmica;

À Instituição Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pela oportunidade de realização deste curso;

À minha orientadora Dra. Jânia Lília da Silva Bentes, pelos conhecimentos transmitidos, pela paciência e orientação durante a concretização deste trabalho;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

A Asley Costa de Castro e Brenno dos Santos Fernandes pela ajuda sempre que solicitados;

Ao professor Daniel Felipe de Oliveira Gentil, da Universidade Federal do Amazonas, pelos ensinamentos e liberação da área para execução do experimento;

A Liane Demosthenes, Marcelly Cristine, Francly Souza, Milla Perdigão, Elizangela Bezerra, Alessandro Machado, Ariel Blind, Rodolfo Pessoa, Marcelo Vitor, Klinger Bitencourt, Jamile, Angela, Alex-Sandra, que colaboraram na realização deste trabalho;

Aos colegas de curso pelo incentivo e apoio;

A Família Assunção pelos conselhos e incentivos;

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADEÇO.

RESUMO

A murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) é uma das principais doenças do tomateiro (*Solanum lycopersicum*). O controle é difícil, pois não existem cultivares resistentes nem produtos químicos recomendados. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de cubiu (*Solanum sessiliflorum*), jurubeba (*Solanum viarum*) e da cultivar de tomateiro Yoshimatsu (tolerante) como porta-enxertos para o controle da murcha bacteriana. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, constituído dos tratamentos ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu, ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, ‘Santa Cruz Kada Gigante’/Yoshimatsu’, ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto e ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco. As plantas foram inoculadas com 10 mL da suspensão bacteriana na concentração de 10^8 ufc.mL⁻¹ da raça 1 (biovar 1) de *R. solanacearum*, depositada no substrato ao redor do colo da planta, cujas raízes foram levemente feridas com um bisturi. A testemunha constou de plantas de todas as combinações tratadas com água destilada esterilizada. O experimento conduzido em campo foi montado em solo naturalmente infestado com *R. solanacearum*, com delineamento em blocos casualizados com cinco repetições, constituído dos mesmos tratamentos utilizados em casa de vegetação. Para ambos os experimentos, a avaliação foi feita diariamente em função da incidência da doença e do desenvolvimento dos sintomas. Foi avaliado também o diâmetro do caule (mm) na altura do colo, diâmetro do caule 2 cm acima do ponto de enxertia e a altura das plantas do colo ao ponteiro (cm), a cada sete dias utilizando paquímetro digital e trena, respectivamente. Foi quantificado o número de flores por planta, número de flores por inflorescência, número de frutos por planta, número de frutos por inflorescência, início da floração, início da frutificação e capação das plantas acima da oitava inflorescência, em semanas após a enxertia. Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa Assistat versão 7.7, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Plantas de tomate enxertadas em cubiu não desenvolveram sintomas de murcha bacteriana, podendo ser indicada para produção de mudas e plantio em áreas contaminadas com *R. solanacearum*. A cultivar yoshimatso apresentou o maior crescimento e produtividade das plantas, proporcionando resistência parcial em plantas enxertadas com este porta-enxerto, podendo ser usada dentro de um programa de manejo da doença em cultivo de tomateiro.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; *Ralstonia solanacearum*; *Solanum sessiliflorum*; *Solanum viarum*.

ABSTRACT

The bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) is a major disease of tomato (*Solanum lycopersicum*). The control is difficult because there are no resistant cultivars not recommended chemicals. The objective of this study was to evaluate the use of cubiu (*Solanum sessiliflorum*), jurubeba (*Solanum viarum*) and cultivar of tomato Yoshimatsu (tolerant) as rootstocks to control bacterial wilt. The experiment was conducted in a greenhouse was set up in a completely randomized design with five replicates, consisting of the treatments ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu, ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, ‘Santa Cruz Kada Gigante’/Yoshimatsu’, ‘Santa Cruz Kada Gigante’ autograft and ‘Santa Cruz Kada Gigante’ ungrafted, inoculated with 10 mL of the bacterial suspension at a concentration of 10^8 ufc.mL⁻¹ race 1 (biovar 1) of *Ralstonia solanacearum*, the substrate around plant lap, whose roots were slightly injured with a scalpel. The witness consisted of plants treated with all combinations sterile distilled water. The experiment conducted in the field was set up in soil infested with *Ralstonia solanacearum* in a randomized block design with five replications, consisting of the same treatments used in the greenhouse. For both experiments, the assessment was made on a daily basis according to the incidence of the disease and the development of symptoms. It was also rated the stem diameter (mm) at the time of the colon, stem diameter 2 cm above the grafting point and plant height of the neck to the pointer (cm), these every seven days using digital calipers and tape measure, respectively . Still it was quantified the number of flowers per plant, number of flowers per inflorescence, number of fruits per plant, number of fruits per inflorescence, early flowering, early fruiting and designated rig plants above the eighth inflorescence of weeks after grafting. Data were statistically analyzed by Assistat version 7.7 program, and the averages compared by Tukey test at 5% probability. Tomato plants grafted on cubiu not developed symptoms of bacterial wilt and may be suitable for the production of seedlings and planting in areas contaminated with *R. solanacearum*. Cultivar yoshimatso showed the greatest growth and productivity of plants, providing partial resistance in grafted plants with this rootstock and can be used within a management program of the disease in tomato cultivation.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; *Ralstonia solanacearum*; *Solanum sessiliflorum*; *Solanum viarum*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Hospedeiras, biovares e locais de ocorrência de <i>Ralstonia solanacearum</i> de acordo com as raças.....	13
Tabela 2. Esquema de classificação hierárquica de <i>Ralstonia solanacearum</i>	14
Tabela 3. Isolados de <i>Ralstonia solanacearum</i> cedidos pelo laboratório de microbiologia e fitopatologia da UFAM.....	25
Tabela 4. Agressividade em tomateiro de isolados de <i>Ralstonia solanacearum</i>	29
Tabela 5. Dados para pegamento (%), altura da planta na enxertia (cm), altura do ponto de enxertia (cm), diâmetro no ponto de enxertia (mm) e número de folhas de planta de tomate no momento da enxertia.....	30
Tabela 6. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade média da murcha bacteriana em plantas de tomate enxertadas.....	35
Tabela 7. Altura média (cm) de plantas de tomateiro enxertado aos 7, 14 e 21 dias após o transplantio.....	37
Tabela 8. Diâmetro médio (mm) do colo de plantas de tomateiro enxertado aos 7, 14 e 21 dias após o transplantio.....	38
Tabela 9. Diâmetro médio (mm) acima do ponto de enxertia de plantas de tomateiro enxertado aos 7, 14 e 21 dias após o transplantio.....	39
Tabela 10. Número de flores por planta e número médio de flores por inflorescência para plantas de tomate com oito inflorescências.....	41
Tabela 11. Número de frutos por planta, número de frutos por inflorescência e produtividade (t/ha), de tomateiro enxertado.....	42
Tabela 12. Início da floração, início da frutificação e capação das plantas de tomate acima da oitava inflorescência, em semanas após a enxertia.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo de enxertia de mudas de tomateiro em bandeja.....	24
Figura 2. Esquema de tutoramento vertical de plantas de tomateiro.....	27

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1. Incidência de murcha bacteriana (%) em plantas de tomateiro enxertadas e inoculadas com um isolado da biovar 1 de *Ralstonia solanacearum*.....32
- Gráfico 2. Incidência de murcha bacteriana (%) em plantas de tomateiro plantadas em solo naturalmente infestado por *Ralstonia solanacearum*.....32

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE GRÁFICOS	8
INTRODUÇÃO	10
1. REVISÃO DE LITERATURA	11
1.1. A cultura do tomateiro.....	11
1.2. Murcha bacteriana	12
1.3. Enxertia em hortaliças	16
1.4. Uso de solanáceas nativas como porta-enxertos resistentes.....	18
1.4.1. Cubiu	19
1.4.2. Jurubeba	20
1.4.2. Yoshimatsu.....	20
2. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo Geral.....	22
2.2. Objetivos Específicos	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Local de condução e preparo das mudas	23
3.2. Origem dos isolados de <i>Ralstonia solanaceum</i> e avaliação da agressividade	24
3.3. Avaliação da enxertia no controle da murcha bacteriana em casa de vegetação.	26
3.4. Avaliação da enxertia no controle da murcha bacteriana em campo.	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Origem dos isolados e avaliação da agressividade.....	29
4.2. Avaliação da enxertia no controle da murcha bacteriana em casa de vegetação e campo.	30
4.2.1. Dados da enxertia	30
4.2.2. Curva de progresso da doença e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).....	31
4.2.3. Crescimento das plantas	35
4.2.3.1. Altura.....	36
4.2.3.2. Diâmetro do colo	37
4.2.3.3. Diâmetro 2 cm acima do ponto de enxertia.....	39
4.2.4. Dados da produção	40
4.2.4.1. Floração.....	40
4.2.4.2. Produtividade	41
4.2.4.3. Fenologia.....	43
5. CONCLUSÃO	45
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	46

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é produzido em praticamente todas as regiões do Brasil e em épocas distintas, destacando-se como a segunda hortaliça mais cultivada no país, sendo superada apenas pela batata (*Solanum tuberosum* L.). Em 2015 o Brasil produziu 3.467.990 toneladas de tomate, ocupando uma área de aproximadamente 55 mil hectares, obtendo uma produtividade média de pouco mais de 63 mil kg.ha⁻¹ (IBGE, 2015).

Na Região Norte, a murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith, 1986) Yabuuchi et al., 1995 constitui um fator limitante para o cultivo do tomateiro, fazendo parte da microflora nativa nos Estados do Maranhão, Amazonas e Pará (COELHO NETTO et al., 2003). A ocorrência desta doença nas áreas de cultivo vem desestimulando os produtores de tomate, contribuindo para a redução da oferta e elevando os preços do mesmo no Estado.

Devido à bactéria atuar no sistema vascular, ser habitante do solo, possuir um grande número de hospedeiras e a ineficiência do controle químico, o manejo da doença se torna extremamente difícil (LOPES e REISFSCHNEIDER, 1999). A enxertia surge como alternativa, para controle da doença, onde o porta-enxerto resistente se mantém sadio, assumindo a função de absorver água e nutrientes do solo, ao mesmo tempo em que isola a cultivar suscetível do patógeno presente no solo.

O cultivo de tomate no Amazonas não apresenta bons índices de produção quando comparados com Estados da Região Sul e Sudeste do Brasil, devido ao baixo nível tecnológico dos produtores e as condições ambientais que favorecem a ocorrência de pragas e doenças. O uso da enxertia em cultivo de tomate sobre porta-enxerto adaptado às condições edafoclimáticas da região como, o cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), jurubeba (*Solanum viarum* Dunal) e da cultivar de tomate Yoshimatsu pode ser uma alternativa de controle da murcha bacteriana. Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de cubiu, jurubeba e da cultivar de tomate Yoshimatsu como porta-enxerto do tomateiro para o controle de murcha bacteriana.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. A cultura do tomateiro

A primeira descrição botânica do tomateiro foi feita por Píer Andréa Mattioli, do jardim botânico de Pádua, Itália, onde publicou em seu herbário em 1554 (EDVAR, 2013). O tomateiro, cuja espécie é *Solanum lycopersicum* L. pertencente à família solonaceae, originou-se da espécie andina e silvestre *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (TAYLOR, 1986), a qual produz frutos tipo cereja (FILGUEIRA, 2003). Tem como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até o norte do Chile. Nesta área, crescem espontaneamente diversas espécies do gênero *Solanum* (NUEZ, 2001).

Os tomates cultivados no Brasil são derivados basicamente de material genético Europeu e dos Estados Unidos. Mesmo as variedades tradicionalmente brasileiras são originadas de sementes trazidas por imigrantes europeus, embora alguns materiais selvagens sejam encontrados eventualmente (CARELLI et al., 2006).

Dentre as hortaliças cultivadas no país, o tomate constitui excelente oportunidade de negócio e grande desafio para os produtores. Atualmente, são escassas as informações relativas a cultivares resistentes, bem como acerca de técnicas de manejo cultural e de controle de pragas e doenças (MELO et. al., 2009).

De maneira geral, o tomate é uma planta perene de porte arbustivo que se cultiva como anual. A planta pode desenvolver-se de forma rasteira, semiereta ou ereta e o crescimento é limitado nas variedades determinadas e ilimitadas nas variedades indeterminadas, podendo chegar essas últimas a 10 m em um ano. A planta se desenvolve bem em ampla escala de latitudes, tipos de solos, temperaturas e modos de cultivo, é também moderadamente tolerante à salinidade. Prefere ambientes quentes, com boa iluminação e drenagem. A exposição prolongada a temperaturas inferiores a 10 °C e à iluminação diurna inferior a 12 horas afeta desfavoravelmente a planta (NUEZ, 2001).

A composição dos frutos de tomate varia de acordo com a cultivar, nutrição, condições de cultivo e com as condições ambientais nas quais foi produzido. O fruto fresco apresenta baixo poder calórico, baixo teor de matéria seca e é muito rico em sais minerais e vitamina C (ALVARENGA, 2004). É um alimento altamente nutritivo, rico em licopeno, apresenta excelente palatabilidade e o seu baixo valor energético torna-o recomendável àqueles em dieta (RAO, 2002; SHAMI e MOREIRA, 2004).

O tomate é cultivado em grande escala na agricultura brasileira e é uma das culturas mais difundidas em todo mundo. Por ser uma cultura de ciclo relativamente curto, de altos rendimentos e com boas perspectivas econômicas. É uma olerícola de grande importância econômica, tanto no comércio nacional como internacional, podendo ser consumido *in natura* ou na forma de produtos industrializados (FERREIRA, 2004).

No Brasil, na safra 2015 foram produzidas pouco mais de três milhões de toneladas de tomate, sendo esta a segunda hortaliça em importância econômica no cenário nacional, superada apenas pela batata. Os maiores Estados produtores foram Goiás com 20%, Minas Gerais com 19%, São Paulo com 16% e Bahia com 10% da produção nacional. Juntos estes Estados produzem 65% do total nacional de tomate. A região norte foi responsável pela produção de pouco mais de 3,7 mil toneladas de tomate, sendo toda esta produção referente ao Estado de Roraima (IBGE, 2015).

Visando aumentar à produtividade e melhorar a qualidade dos frutos, a produção de tomate tem passado por grandes transformações tecnológicas, destacando-se o avanço do cultivo em ambiente protegido e a utilização de sementes melhoradas de híbridos de elevada produtividade (SELEGUINI et al., 2007).

O tomateiro está sujeito ao ataque de várias doenças que podem limitar sua produção, sendo a murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum* a doença bacteriana mais importante na Região Norte do Brasil, devido às condições ambientais serem altamente favoráveis ao seu desenvolvimento. Nesta região, a doença se constitui num sério problema ao cultivo de solanáceas e a produção local fica praticamente restrita a pequenas hortas caseiras (COELHO NETTO et al., 2004).

1.2. Murcha bacteriana

A *Ralstonia solanacearum*, agente causal da murcha bacteriana, a qual foi descrita anteriormente com diferentes nomenclaturas, tais como: *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Burkholderia* (MARQUES, 2012). Trata-se de uma bactéria gram-negativa, aeróbica, bastonetiforme, móvel por flagelos polares (GARRITY et al., 2005), não fluorescente (AGRIOS, 2005). É catalase e oxidase positiva (GARRITY et al., 2005). As células tem entre 0,5-0,7 x 1,5-2,5 µm de dimensão (MEHAN, 1994). Suas colônias são lisas, fluidas, irregularmente arredondadas e opacas. Em meio Kelman as colônias virulentas apresentam centro avermelhado e bordas brancas, enquanto as avirulentas são totalmente vermelhas (KELMAN, 1954). A espécie está situada no Domínio Bacteria, Filo Proteobacteria, Classe

Betaproteobacteria, Ordem Burkholderiales e Família Burkholderiaceae (GARRITY et al., 2005).

Possui um número extensivo de espécies hospedeiras abrangendo mais de 50 famílias botânicas. Nenhuma outra espécie de bactéria fitopatogênica, à exceção de *Agrobacterium tumefaciens* (Smith e Townsend) Conn., possui tamanha diversidade de hospedeiras quanto *R. solanacearum* (HAYWARD, 1995).

Tradicionalmente, a espécie tem sido agrupada em cinco raças e cinco biovars (Tabela 1), com base na gama de hospedeiras e nas propriedades bioquímicas, respectivamente (FEGAN e PRIOR, 2005).

Raça	Hospedeira	Biovar	Ocorrência
1	Muitas espécies, mais de 50 famílias	1,3 e 4	Ásia, Austrália, Américas
2	Banana e outras espécies de musa e helicônias	1,3 e 4	Brasil, Caribe, Filipinas
3	Batata e gerânio	2	Geral, exceto Canadá e EUA
4	Gengibre	3 e 4	Ásia
5	Amora	5	China

Tabela 1. Hospedeiras, biovars e locais de ocorrência de *Ralstonia solanacearum* de acordo com as raças.

Fonte: Lopes (2005).

Mais recentemente, Fegan e Prior (2005), apoiados em estudos moleculares, estabeleceram a ideia de que *R. solanacearum* é um complexo específico, e propuseram uma nova classificação genética baseada em quatro níveis taxonômicos, equivalentes a espécies, subespécies, grupos infra-subespecíficos e linhagens clonais (Tabela 2). Nessa nova proposta, o termo “filotipo” é usado para designar grupos maiores no nível de subespécies, determinada pelo uso de PCR multiplex, e o termo “sequevar” é usado para designar grupos infra-subespecíficos baseados no sequenciamento do gene de endoglucanase.

Em tomateiro, a doença é causada pela raça 1, biovars 1 e 3, referentes aos filotipos 1 e 2, a mesma que causa a doença em pimenteira e em outras solanáceas. Esta raça está amplamente disseminada pelas principais áreas de produção no Brasil (MALAVOLTA et al., 2008).

Nível taxonômico	Equivalente taxonômico	Nomenclatura	Modo de identificação
Espécie	Espécie	Complexo <i>Ralstonia solanacearum</i>	PCR (<i>Primers</i>)
Filótipo	Subespécie	Filótipos I, II, III e IV	PCR multiplex baseado na região ITS
Sequevar	Grupo Infra subespecífico	Sequevares 1 – 23	Sequenciamento do gene da endoglucanases
Clone	Linhagens clonais	-	Métodos de <i>Fingerprinting</i> genômicos (rep-PCR, RAPD, AFLP)

Tabela 2. Classificação hierárquica de *Ralstonia solanacearum*.
Fonte: Fegan e Prior (2005).

A *R. solanacearum* penetra por ferimentos nas raízes, invade os espaços intercelulares do córtex da raiz em menos de quatro horas e após dois a três dias coloniza inteiramente esses espaços e o parênquima vascular (SAILE et al., 1997), movimentando-se em direção à parte superior da planta. A presença do grande número de células bacterianas e a produção de exopolissacarídeo (EPS), considerado o principal fator de virulência deste patógeno, resulta na redução do transporte de água (HIKICHI, 2007), ocasionando déficit hídrico e consequente murcha.

Após a introdução da bactéria na área de plantio, o micro-organismo se dissemina com facilidade de diferentes maneiras: pela água que escorre no campo devido às chuvas ou irrigação e pelo solo aderido às máquinas e implementos agrícolas, bem como pelos calçados usados pelos trabalhadores rurais e pessoas que transitam pela área de cultivo (LOPES e QUEZADO-DUVAL, 2007).

Seu sintoma mais típico é a murcha, inicialmente das folhas mais novas, normalmente sem o amarelecimento da folhagem, que pode ocorrer em qualquer estágio do desenvolvimento da planta, embora seja mais frequente a partir da formação do primeiro cacho de frutos. Por ser uma doença vascular, provoca ainda escurecimento do xilema, percebido ao se descascar o caule na parte inferior de plantas afetadas. A murcha é favorecida por alta temperatura e alta umidade do solo (ROSSATO et al., 2008).

A bactéria é responsável por perdas elevadas na produção de tomate e pela condenação dos campos de cultivo, especialmente em plantios sucessivos, pois a contaminação do solo é tão elevada que se torna impróprio para o cultivo (LOPES e QUEZADO-DUVAL, 2007).

Para confirmação de doença bacteriana, pode-se efetuar um teste, o qual consiste em cortar um pedaço da base do caule, de cerca de 3 cm, e lavá-lo em água corrente. Em seguida, é mergulhado em água limpa, dentro de um copo, ficando suspenso por um suporte. O teste é positivo caso se observe, após alguns minutos, um fluxo de pus bacteriano exudando da extremidade cortada do caule em direção ao fundo do copo (FILGUEIRA, 2007).

No Estado do Amazonas, onde se encontram dois ecossistemas bem definidos, o de várzea e o de terra-firme, a doença se constitui um fator limitante para o cultivo do tomateiro, que é cultivado em ambos os ecossistemas (NODA et al., 1986; COELHO NETO et al., 2003). Sendo que Coelho Netto et al. (2004) registrou a ocorrência da doença em 25 municípios do Amazonas entre os anos de 1998 e 2000.

Não existe atualmente cultivares de tomate que apresentam alta resistência à murcha bacteriana com aceitação comercial do fruto, e o controle químico por desinfestação do solo não é eficaz, por não abranger camadas mais profundas do solo, ou é economicamente inviável (LOPES e QUEZADO-DUVAL, 2007).

O controle é difícil, principalmente devido à ampla gama de hospedeiras, alta variabilidade genética e sobrevivência do patógeno no solo por longos períodos (TAKATSU et al., 1984; REIFSCHNEIDER e TAKATSU, 1985). As principais medidas preconizadas para o controle da murcha bacteriana incluem ações preventivas ou práticas culturais visando impedir ou retardar o aparecimento da doença na cultura, como rotações de culturas, controle da irrigação e eliminação de restos culturais ou da planta com sinais da murcha (SILVEIRA et al., 1996).

O uso da enxertia aparece como uma técnica mais interessante que as acima mencionadas por ser de fácil adoção, não exigir do agricultor maior grau de especialização, além de causar menor impacto ambiental (GOTO et al., 2004).

Em 1976, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) iniciou a implementação de um programa de melhoramento genético do tomateiro, cuja abordagem considera a presença do patógeno *R. solanacearum* como um elemento da biodiversidade dos solos agrícolas e como resultado obteve uma variedade de tomateiro, denominado Yoshimatsu, com resistência poligênica ao patógeno. Atualmente as pesquisas vêm sendo conduzidas no sentido de melhorar as características agrônômicas relacionadas à qualidade do fruto, o qual apresenta problemas com a rachadura dos frutos (NODA, 2008).

1.3. Enxertia em hortaliças

Desde o século passado, o processo de enxertia herbácea em hortaliças vem sendo utilizado no Japão, com o objetivo de prevenir a fusariose na cultura da melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.), causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* [(E.F. Smith) Snyder & Hansen] (PEIL, 2003). Na Europa, a enxertia vem sendo utilizada desde a década de 40, sendo os holandeses os precursores dessa técnica na cultura do tomate (GONZÁLES, 1999). A enxertia é uma técnica de uso recente no Brasil, a partir da década de 1980, sendo utilizada por alguns produtores paulistas com o intuito de diminuir as perdas ocasionadas por fungos de solo e nematoides em melancia e pepino, e para melhorar as condições visuais dos frutos (CAÑIZARES e GOTO, 1999).

A enxertia na olericultura é uma técnica empregada para plantas das Famílias *Solanaceae* e *Cucurbitaceae*, e objetiva conferir resistência às mudas. Possibilita o cultivo em áreas contaminadas por patógenos de solo ou confere habilidades em relação a determinadas condições edafo-climáticas (resistência à baixa temperatura, a seca, ao excesso de umidade e aumento da capacidade de absorção de nutrientes) (PEIL, 2003).

Um fator a ser considerado na enxertia é a compatibilidade entre o porta-enxerto e o enxerto. Segundo Goto et al. (2003), quanto maior o grau de parentesco ou afinidade botânica entre as plantas maior será a probabilidade de se ter êxito, principalmente se forem espécies diferentes, mas do mesmo gênero. Contudo, a maior dificuldade de adotar a técnica é a obtenção de bons porta-enxertos adaptados ao ambiente e que confirmam vigor ao enxerto, além da boa compatibilidade entre as espécies. Desta forma, a adoção desta técnica exige que se conheçam as alterações que podem ocorrer na planta em relação às suas características morfofisiológicas e a sua capacidade produtiva.

A enxertia envolve a união de partes de plantas por meio da regeneração de tecidos, na qual a combinação resultante atinge a união física que lhe permite desenvolver como uma única planta. Para tanto, é necessário que os tecidos cambiais do enxerto e do porta-enxerto estejam em íntima associação, para que o novo tecido possa formar uma conexão contínua (CAÑIZARES, 1998). Esse método, que envolve a utilização de uma cultivar comercial suscetível sobre um porta-enxerto resistente, pertencente à outra cultivar, espécie ou gênero da mesma família botânica, tem como finalidade evitar o contato da planta sensível com o patógeno, mantendo o sistema radicular sadio, possibilitando a realização das funções normais de absorção de água e nutrientes do solo (PEIL, 2003).

Segundo Goto et al (2003), o processo de cicatrização da união do enxerto pode ser resumido da seguinte maneira:

- a) Estabelecimento de um contato íntimo de uma extensão considerável na região do câmbio entre enxerto e pelo porta-enxerto.
- b) Produção e entrelaçamento de células do parênquima (tecido do calo) pelo enxerto e porta-enxerto.
- c) Produção de um novo câmbio na ponte do calo.
- d) Formação de um novo xilema e floema a partir do novo câmbio vascular produzido na ponte do calo.

Para Peil (2003), entre os fatores que promovem a cicatrização do enxerto destacam-se a temperatura ambiente não muito alta, entre 25 e 28° C (dia/noite), e a umidade elevada no momento da enxertia, acima dos 90%; a presença de oxigênio no ponto de enxertia (o que favorece a produção do tecido caloso); uma ampla superfície de contato entre o enxerto e o porta enxerto; cuidados fitossanitários para prevenir infecções por patógenos nas feridas produzidas ao enxertar e condições ambientais adequadas pós-enxertia, para que as plantas enxertadas não sofram estresse hídrico, fatores determinantes para o sucesso da enxertia.

Em linhas gerais, um porta-enxerto deve reunir as seguintes características: resistência à doença que se pretende controlar; boa resistência aos patógenos do solo; vigor e rusticidade; bom nível de compatibilidade com a cultivar enxertada; condições morfológicas ótimas para a realização da enxertia (tamanho do hipocótilo, consistência, entre outros); e não afetar a qualidade dos frutos. Um porta-enxerto vigoroso faz com que a planta enxertada também seja vigorosa, o que permite diminuir a densidade de plantio, sem que haja prejuízos à produção (PEIL, 2003). No entanto, podem ser encontrados alguns problemas no uso de porta-enxertos, como adaptação ao ambiente e influência na qualidade de frutos (GOTO et al., 2003).

Existe uma grande variedade de métodos de enxertia de hortaliças. Entretanto, há dois métodos básicos que, com suas derivações, englobam todos os demais: enxertia por aproximação e por estaca. A eleição do método de enxertia deve considerar, além da espécie, as vantagens e desvantagens de cada um e relacioná-las com a realidade do produtor de mudas (PEIL, 2003).

O método tipo fenda simples é o mais utilizado em solanáceas. A enxertia deve ser realizada quando o porta-enxerto apresentar de sete a dez folhas verdadeiras expandidas e o enxerto, três folhas verdadeiras. O ponto de enxertia deve situar-se na altura da terceira folha verdadeira do porta-enxerto, quando o caule apresentar aproximadamente 3 mm de diâmetro (GOTO et al., 2003).

Ainda de acordo com a metodologia proposta por Goto et al (2003), o método consiste no corte transversal do caule do porta-enxerto, seguido da abertura de uma fenda de aproximadamente 1,5 cm de profundidade. As mudas do enxerto devem ser semeadas de 10 a 15 dias após a semeadura do porta-enxerto e, quando se apresentarem no estágio de três folhas verdadeiras, devem ser cortadas em bisel, abaixo das folhas cotiledonares.

Para melhor pegamento do enxerto, utilizam-se cliques plásticos para manter o contato íntimo no ponto de junção da enxertia. Os cliques devem ser colocados no sentido da abertura do corte no porta-enxerto. Realiza-se a enxertia com o auxílio de um bisturi, desinfetado periodicamente com álcool 70% (GOTO et al., 2003).

Segundo Goto apud Pirog (1982), uma pessoa treinada pode enxertar em média 55 a 60 planta/hora no método de fenda simples.

No aspecto de viabilidade econômica, Santos e Goto (2003) comentam que considerando a facilidade de produção das mudas enxertadas, que não requerem investimentos em instalações, treinamento especial do enxertador, além de apresentar alto índice de pega da enxertia, acredita-se que a relação custo-benefício seja positiva na decisão por adotar esta forma de controle dos patógenos de solo.

Existem relatos de que na Amazônia, em pequenas áreas, a enxertia de tomateiro em jurubeba é uma prática utilizada há muito tempo, para controle da murcha bacteriana (SANTOS e GOTO, 2004).

Devido a dificuldade em se obter um porta-enxerto resistente, os pesquisadores brasileiros vêm testando a enxertia do tomateiro com diversas solanáceas nativas como o cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) e a jurubeba vermelha (*Solanum toxicarium* Lam) (COUTRI e SANTOS, 1986).

1.4. Uso de solanáceas nativas como porta-enxertos resistentes

Como o desenvolvimento de porta-enxertos resistentes a murcha bacteriana estão direcionados para as regiões de clima favorável ao cultivo do tomateiro, que consiste em temperaturas amenas e umidades relativas mais baixas, geralmente a resistência tende a ser superada em um período de tempo mais curto quando submetidos as condições Amazônicas. Logo, surge como alternativa viável para este problema, o uso de solanáceas nativas que são adaptadas a estas condições de altas temperaturas e umidades relativas, que se desenvolvem naturalmente nestes solos distróficos e ácidos, como porta-enxertos resistentes (SOUZA e GENTIL, 2010).

1.4.1. Cubiu

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é uma planta nativa da Amazônia Ocidental, herbácea, presente em toda a Amazônia Brasileira, Peruana e Colombiana. Produz frutos de sabor e aroma agradáveis. A planta apresenta potencialidades para a agroindústria moderna, dada a sua rusticidade e alta produção de frutos, que são consumidos in natura como tira gosto, na forma de saladas e sucos, doces, geleias, compotas e tempero de peixe e carnes (SILVA FILHO et al., 1997). Na medicina popular é utilizado como agente hipoglicemiante e hipocolesterolêmico (PARDO, 2004).

É popularmente conhecido como maná, topiro, cocona, tomate de índio, orinoco apple e peach tomato nos países de língua inglesa. A planta é um arbusto ereto e ramificado, que cresce de 1 a 2 m de altura. Alguns agricultores estão cultivando áreas superiores a dois hectares e os frutos estão sendo comprados e utilizados pelos japoneses para extração de pectina, que é uma substância adicionada no processamento de outras frutas para dar o “ponto de geléia”. O cubiu é um dos recursos genéticos nativos da Amazônia completamente domesticado pelos povos indígenas da região antes da chegada dos europeus (MAPA, 2010).

Para Silva Filho (1998), a propagação da espécie é seminal e o seu manejo, desde a semeadura até o plantio definitivo, pode ser semelhante ao utilizado no cultivo de outras solanáceas, como o tomateiro, pimentão (*Capsicum annuum*), jiló (*Solanum gilo*) ou berinjela (*Solanum melongena*). A planta é sensível ao transplante e tem um desenvolvimento lento na fase inicial de crescimento.

Esta espécie cresce bem nos solos ácidos e pobres da Amazônia e é pouco atacada por pragas e doenças (SILVA FILHO et al., 1988).

Santos e Coutri (1986), selecionaram 13 solanáceas possivelmente imunes à MB do tomateiro, sendo elas o cubiu, a jurubeba vermelha, o tomate do Piauí (*Solanum* sp.), o juá (*Solanum viarum* Dun.), e as linhagens e cultivares de tomate Yoshimatsu-6, Belém 70-elite, Caraíba, C-38, Angela Gigante, Floradel, IPA-4, Rio Grande e IPA-3.

A produção das mudas foi em casa de vegetação. Dentre as treze solanáceas testadas, apenas o cubiu e a jurubeba vermelha mostraram-se imunes à murcha bacteriana. O tomate do Piauí e o juá, consideradas resistentes, também apresentaram sintomas de murcha. No juá, a murcha não foi total, como ocorreu na maioria das cultivares de tomate, porém 26% das plantas apresentaram murcha parcial de ramos, devido à infecção vascular.

1.4.2. Jurubeba

A jurubeba (*Solanum viarum* Dunal) é uma espécie que ocorre desde o Norte da bacia amazônica, da Colômbia e Peru até as Guianas e no norte do Brasil. É uma espécie frequentemente encontrada em terrenos baldios. Em algumas regiões do Estado do Maranhão o seu fruto é bastante apreciado pela população (MARTINS e FIGUEIREDO, 1998). Para Bezerra e Machado (2002) esta espécie apresenta comportamento pioneiro e varia de hábito subarbuscivo a arbustivo, podendo ser encontrada frequentemente em bordas de mata.

Amorim et al (2012), tiveram como objetivo em seu trabalho avaliar o controle da murcha bacteriana utilizando porta enxerto resistente de jurubeba. Foi produzido em casa-de-vegetação da Embrapa Roraima, mudas de tomate Santa Clara-5800, as quais com 15 dias após a semeadura foram enxertadas em jurubeba aos 35 dias após a semeadura, e mantidas em câmara úmida, por sete dias, sendo posteriormente transplantadas para solo naturalmente infestado com a raça1 de *R. solanacearum*. Consideraram como controle, plantas de tomate não enxertadas e plantas de tomate enxertadas em tomate. Plantas de tomate não enxertadas e enxertadas em tomate apresentaram sintomas 19 e 14 dias após o transplante, respectivamente.

A infecção das plantas por *R. solanacearum* foi comprovada pelo teste do copo, por meio da visualização do exsudato bacteriano. Plantas de tomate enxertadas em tomate e tomate sem enxerto apresentaram exsudação bacteriana, enquanto que plantas de tomate enxertadas em jurubeba não apresentaram sintomas da doença nem exsudação, indicando a eficácia do porta-enxerto de jurubeba no controle da MB em casa-de-vegetação (AMORIM et al., 2012).

1.4.2. Yoshimatsu

Com o objetivo de produzir tomate em regiões com temperaturas elevadas, o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), iniciou um Programa de Melhoramento Genético para a espécie, sob coordenação do Dr. Hiroshi Noda, em 1976. Com a introdução de genes de resistência ao patógeno *R. solanacearum* provenientes de variedades não comerciais do estado do Hawaii (EUA) e da Guiana Francesa, em 1988, surgiu a cultivar de tomateiro Yoshimatsu (NODA et al., 1986).

Segundo Noda et al (2013), no processo de seleção para o desenvolvimento da cultivar Yoshimatsu foram levados em conta, também, a adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos perante ambientes heterogêneos. Os ensaios foram realizados nas estações experimentais do

INPA em ecossistemas de terra firme e várzea da Amazônia Central, respectivamente, na Estação Experimental de Hortaliças e na Estação Experimental do Ariaú, nos municípios de Manaus e Iranduba.

Os resultados de estudos realizados por Menezes (1998) confirmam a resistência da cultivar Yoshimatsu em avaliações realizadas no estado de Pernambuco, sendo obtidas, também, evidências do controle da expressão de resistência como sendo governada por poligenes ou bloco gênico. Prior et al. (1996), estimando os níveis de severidade da doença por meio da colonização dos feixes vasculares das plantas pelo patógeno, encontraram, também, elevado nível de resistência da cultivar Yoshimatsu.

Atualmente, a prioridade das pesquisas é selecionar genótipos capazes de produzir frutos de melhor qualidade, com resistência à podridão estilar e menor índice de rachadura (NODA , 2008). Os pesquisadores consideram que um dos grandes desafios enfrentados pelos programas de melhoramento do tomateiro para incorporação da resistência genética ao patógeno *R. solanacearum*, é associar esta característica à produtividade, além de quantidade (peso) e qualidade (formato, tolerância a rachadura, resistência a podridão estilar) dos frutos (NODA et al., 2013).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o uso da enxertia do tomateiro no controle da murcha bacteriana.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar o uso de cubiu, jurubeba e da cultivar de tomate Yoshimatsu como porta-enxerto do tomateiro para o controle da murcha bacteriana.

Avaliar o crescimento e a produtividade das plantas enxertadas em solo infestado por *Ralstonia solanacearum*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de condução e preparo das mudas

Os experimentos foram conduzidos em três etapas, às duas primeiras em casa-de-vegetação e a última no campo, no setor de olericultura da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFAM, em Manaus (3°13'S, 60°02'O, altitude 72 m). O clima da região, conforme a classificação de Köppen-Geiger é do tipo Af – tropical húmido.

Foram utilizadas como porta-enxertos mudas de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), de jurubeba (*Solanum viarum* Dunal) e da cultivar de tomate Yoshimatsu. Para o enxerto foram utilizadas mudas de tomateiro da cultivar comercial Santa Cruz Kada Gigante, Feltrin®.

As mudas de cubiu, cv. yoshimatsu e tomateiro Santa Cruz foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, preenchidas com o substrato Basaplant®. Em cada célula foram semeadas três sementes, no caso da germinação de mais de uma semente por célula, foi realizado o desbaste. Por apresentarem desenvolvimento mais lento, o cubiu e a jurubeba foram semeados 30 dias antes do tomate Santa Cruz. O tomate Yoshimatsu foi semeado 10 dias antes do enxerto.

Para a produção de mudas de jurubeba, a germinação só foi obtida em câmara de germinação com temperatura constante de 30 °C e 95% de umidade, sendo suas sementes acomodadas em gerbox, durante 12 dias. Após a germinação as plântulas foram transplantadas para copos de plástico com capacidade para 180 mL de substrato.

A enxertia foi realizada quando as mudas estavam com 10 cm de altura. O método utilizado foi o de fenda simples, que consistiu em seccionar transversalmente o porta-enxerto acima da segunda folha verdadeira, seguida da abertura de uma fenda com profundidade de 1,5 cm, e o enxerto foi seccionado com um corte tipo cunha, abaixo das folhas cotiledonares, deixando de três a quatro folhas verdadeiras. Os cortes foram feitos com uma lâmina de barbear, desinfestada com álcool 70%. Foram utilizados cliques de enxertia para segurar o enxerto e porta-enxerto (GOTO et al., 2003). Após a enxertia as mudas foram mantidas a sombra na casa de vegetação por quatro dias, com regas frequentes para manter a umidade do substrato (Figura 1).

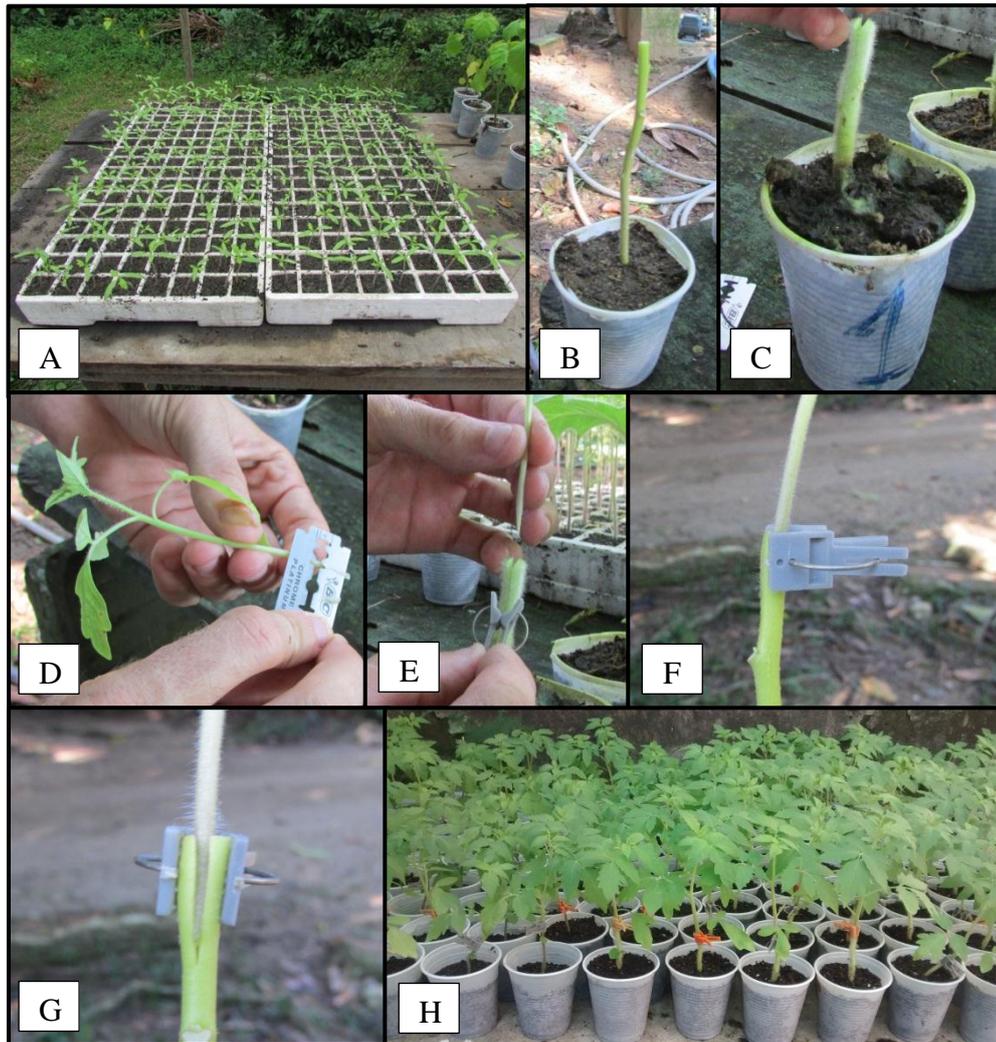


Figura 1. Processo de enxertia de mudas de tomateiro em bandeja; A) mudas de tomateiro em bandeja. B) Corte transversal do porta-enxerto. C) Abertura da fenda de 1,5 cm no porta-enxerto. D) Corte tipo cunha do enxerto. E) Encaixe entre enxerto e porta-enxerto. F) Clipe utilizado na enxertia. G) Vista do contato íntimo entre enxerto e porta-enxerto. H) Mudas restabelecidas.

3.2. Origem dos isolados de *Ralstonia solanacerum* e avaliação da agressividade.

Os isolados foram cedidos pelo Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da UFAM, (Tabela 3). A recuperação dos mesmos foi feita em meio de cultura Kelman, constituído de 10g de dextrose, 10g de peptona, 1g de caseína, 18g de ágar, 5 ml de cloreto de tetrazólio a 1% e água destilada para completar 1 L (KELMAN, 1954).

Em seguida as colônias virulentas foram repicadas para meio de cultura LPGA, constituído de 5g de extrato de levedura, 5g de peptona, 5g de glicose, 15g de ágar, água destilada para completar 1 L e pH ajustado para 7,0 (KPÊMOUA et al., 1996).

ISOLADOS	HOSPEDEIRO	PROCEDÊNCIA	BIOVAR
IRAND 1			
IRAND 2	Pimentão		
IRAND 3			
IRAND 4	Berinjela		
IRAND 5		Irاندوبا – AM	
IRAND 6	Pimentão		1
IRAND 9			
IRAND 10-3	Tomate		
IRAND 10-4			
182-A	Tomate	INPA	

Tabela 3. Isolados de *Ralstonia solanacearum* cedidos pelo laboratório de microbiologia e fitopatologia da UFAM.

A avaliação da agressividade foi feita em casa-de-vegetação, com dez isolados de *R. solanacearum*, visando selecionar o mais agressivo, para uso nos ensaios posteriores. Foram utilizadas mudas de tomate Santa Cruz pé franco, produzidas conforme foi especificado anteriormente. Quando as plantas estavam com 10 cm de altura, foram transplantadas para sacos plásticos pretos de 1 kg preenchidos com o substrato Basaplant[®].

A inoculação da bactéria foi feita quando as plantas possuíam cinco folhas definitivas. A suspensão de inóculo foi preparada por meio da adição de água destilada às placas de Petri contendo as colônias da bactéria, em seguida as mesmas foram agitadas com um pincel de cerdas macias, para liberação das células. A concentração de inóculo foi ajustada para 10^8 ufc.mL⁻¹ utilizando a escala de McFarland (KIRÁLY et al., 1974). A inoculação foi feita pela adição de 10 mL da suspensão bacteriana no solo, ao redor do colo da planta, cujas raízes foram previamente feridas pelo corte das raízes com um bisturi (Figura 2). A diagnose foi feita pela observação de sinais do patógeno como a exsudação de pus bacteriano (“teste do copo”) e isolamento da bactéria a partir de plantas mortas em meio de cultura diferencial Kelman.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição uma planta. A testemunha consistiu de plantas tratadas com 10 mL de água destilada esterilizada, depositada no colo das plantas mediante ferimento da raiz.

A avaliação dos sintomas da doença foi feita visualmente e diariamente a partir do primeiro dia após a inoculação, sempre ao meio dia e utilizando a escala de notas proposta por Winstead e Kelman (1952), variando de 0 a 5, onde: 0 – Ausência de sintomas; 1 – Uma folha parcialmente murcha; 2 – Duas ou três folhas murchas; 3 – Todas as folhas murchas exceto as do ápice; 4 – Murcha da planta inteira; 5 – Planta morta.

As notas obtidas foram analisadas estatisticamente e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2002).

3.3. Avaliação da enxertia no controle da murcha bacteriana em casa de vegetação.

As mudas foram preparadas conforme descrito anteriormente, com o pegamento da enxertia as mudas foram transplantadas para vasos plásticos pretos de 10 kg contendo o substrato Basaplant[®] (CRA% = 150, EC = 2,5 mS/cm e pH = 5,8), com espaçamento de 70 cm entre linhas e 70 cm entre plantas. Foi realizada adubação de plantio com 50 g de NPK na formulação 10-10-10, 4g de FTE (S = 3,20%; Ca = 1,50%; Cu = 0,85%; B = 1,80%; Mn = 2,10%; Mo = 0,06%; Zn = 5,40%) e 20g calcário dolomítico (PRNT = 91%, CaO = 32% e MgO = 15%) por vaso, complementada com adubação foliar quinzenalmente com o fertilizante Plantafol[®] (N = 20%; P₂O₅ = 20%; K₂O = 20%; B = 0,02%; Cu = 0,05%; Fe = 0,1%) até o fim da colheita. Com o estabelecimento das mudas nos vasos, foi feito a inoculação da bactéria quando as plantas possuíam cinco folhas definitivas mediante ferimento da raiz. A suspensão de inóculo foi preparada através da mistura dos isolados “IRAND 10-4” e “IRAND 10-3”.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (1 – Cubiu x Tomate Santa Cruz; 2 – Jurubeba x Tomate Santa Cruz; 3 – Tomate Yoshimatsu x Tomate Santa Cruz; 4 – Tomate Santa Cruz auto-enxerto; 5 - Tomate Santa Cruz pé franco), com sete repetições, sendo cada planta uma repetição. A testemunha constou de plantas de cada tratamento inoculadas com água destilada esterilizada.

O desenvolvimento dos sintomas foi avaliado utilizando a escala de notas de Winstead e Kelman (1952), com as notas obtidas foi elaborada a curva de progresso da doença e, em seguida, calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) utilizando a seguinte fórmula: $AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} [(Y_{i+1} + Y_i)/2] * [(T_{i+1} + T_i)]$, em que “n” é o número de avaliações, “y” a intensidade da doença e “t” o tempo da avaliação da intensidade da doença (CAMPBELL e MADDEN, 1990). Os dados da AACPD foram submetidos à análise de variância e teste de separação de médias de Tukey ao nível de 5%, utilizando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7.

Foi avaliado o diâmetro do caule (mm) na altura do colo, diâmetro do caule 2 cm acima do ponto de enxertia e a altura das plantas do colo ao ponteiro (cm), estes a cada sete dias utilizando paquímetro digital e trena, respectivamente. Foram quantificados o número de

flores por planta, número de flores por inflorescência, número de frutos por planta, número de frutos por inflorescência, início da floração, início da frutificação e capação das plantas acima da oitava inflorescência, em semanas após a enxertia. Para o cálculo da produtividade (ton/ha) a colheita dos frutos foi feita uma única vez, sendo colhidos todos os frutos por planta.

3.4. Avaliação da enxertia no controle da murcha bacteriana em campo.

As mudas foram preparadas conforme descrito anteriormente e após o pegamento da enxertia, as mudas foram transplantadas diretamente para o campo naturalmente infestado com *R. solanacearum*, no setor de olericultura da UFAM, aos 10 dias após a enxertia. O plantio foi feito em canteiros com espaçamento de 100 cm entre linhas e 40 cm entre plantas.

Foi feita a adubação do solo mediante resultado da análise do solo e a recomendação de adubação para a cultura. A adubação de plantio consistiu de 2g de KCl_2 (60% de K_2O), 3g de uréia (45% de N), 5g de FTE (S = 3,20%; Ca = 1,50%; Cu = 0,85%; B = 1,80%; Mn = 2,10%; Mo = 0,06%; Zn = 5,40%) e 2 L de esterco de cama de aves por cova, 10 dias antes do transplante das mudas, com a calagem sendo feita 30 dias antes com $100g/m^2$ de calcário dolomítico (PRNT = 91%, CaO = 32% e MgO = 15%). As adubações de cobertura foram feitas a cada 20 dias com 2g de KCl_2 e 3g de uréia por planta. O solo apresentou as seguintes características químicas: pH = 5,5; H + Al = $1,6\text{ cmol}_c/dm^3$; P = $667\text{ mg}/dm^3$; K = $94\text{ mg}/dm^3$; Ca = $6,3\text{ cmol}_c/dm^3$; Mg = $2,1\text{ cmol}_c/dm^3$; MO = $2,9\text{ g}/kg$; t = $8,64\text{ cmol}_c/dm^3$; T = $10,24\text{ cmol}_c/dm^3$; SB = 84,38%.

A irrigação foi feita manualmente com regador duas vezes por dia para manutenção da umidade, exceto em dias chuvosos. Foi adotada a condução das plantas em duas hastes, tutorada verticalmente com varas e fita de ráfia (Figura 3) e o amarrijo foi feito com fitilho. As brotações laterais foram retiradas à medida que surgiram.

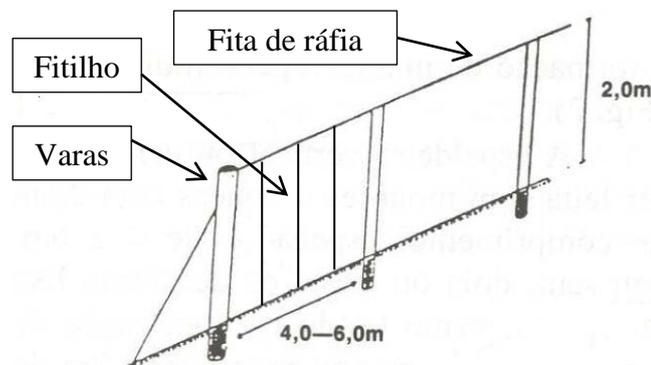


Figura 2. Esquema de tutoramento vertical de plantas de tomateiro.

O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos Casualizados com os mesmos cinco tratamentos utilizados no experimento anterior e cinco repetições, sendo a parcela experimental composta de quatro plantas.

A avaliação do desenvolvimento dos sintomas seguiu a escala de notas de Winstead e Kelman (1952), e para a AACPD, utilizou-se a fórmula de Campbell e Madden (1990), sendo os dados submetidos à análise de variância e teste de separação de médias de Tukey ao nível de 5%, utilizando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7.

Os fatores avaliados foram os mesmos do experimento em casa de vegetação. Ao fim do experimento foi feito o reisolamento do patógeno em meio Kelman.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Origem dos isolados e avaliação da agressividade.

Os isolados testados mostraram diferenças significativas quanto à agressividade ao serem inoculados na cultivar ‘Santa Cruz Kada Gigante’. O isolado “IRAND 10-4” foi o mais agressivo ao atingir a nota máxima na escala de 0 a 5, onde 5 representa a planta morta. O mesmo não diferiu estatisticamente dos isolados “IRAND 9” e “IRAND 10-3” que obtiveram nota média de 4,25 para o mesmo período de avaliação (Tabela 4). Os demais tratamentos apresentaram baixa agressividade.

Tratamentos (Isolados)	Notas
IRAND 1	1,50 b
IRAND 2	1,00 bc
IRAND 3	0,75 bc
IRAND 4	1,00 bc
IRAND 5	1,00 bc
IRAND 6	0,50 bc
IRAND 9	4,25 a
IRAND 10-3	4,25 a
IRAND 10-4	5,00 a
182-A	1,00 bc
ÁGUA DESTILADA	0,00 c
CV(%)	27,16

*Letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Agressividade em tomateiro de isolados de *Ralstonia solanacearum*.

Segundo Shew e Lucas (1991), os isolados de *R. solanacearum* perdem rapidamente a virulência quando mantidas em meio laboratorial. No entanto, o organismo pode ser facilmente mantido por muitos anos em água destilada estéril ou em óleo mineral estéril e armazenados à temperatura ambiente.

Esta informação poderia explicar o fato de grande parte dos isolados terem apresentado baixa agressividade, pois os mesmos já se encontravam a mais de seis meses preservados em micro-tubos preenchidos com água destilada esterilizada. A temperatura e umidade elevada, um dos fatores mais citados como causa do aumento da agressividade do patógeno, tipo de irrigação, idade da planta e hospedeiro não podem ser consideradas nesse caso, pois foram as mesmas para todos os tratamentos.

4.2. Avaliação da enxertia no controle da murcha bacteriana em casa de vegetação e campo.

4.2.1. Dados da enxertia

Foi obtido 100% de pegamento da enxertia para todos os tratamentos, a altura das plantas no momento da enxertia variou de 8 a 12 cm, sendo a enxertia feita na altura de 5 a 6 cm, sempre abaixo das folhas cotiledonares no caso dos tomateiros. O diâmetro do caule das plantas no ponto da enxertia variou de 1,66 a 2,01 mm, já o número de folhas definitivas foi de 4 a 7 (Tabela 5).

Tratamento	Pegamento da enxertia (%)	Altura da planta na enxertia (cm)	Altura do ponto de enxertia (cm)	Diâmetro no ponto de enxertia (mm)	Número de folhas
SCP	-	10	-	1,82*	4-5
SCA	100	10	5	1,73	4-5
JB	100	10	6	1,66	6-7
YS	100	12	5	1,96	5-6
CB	100	8	5	2,01	4-5

*Medida obtida no colo da planta

**Tratamentos: (SCP) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco, (SCA) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto, (JB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, (YS) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/Yoshimatsu e (CB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu.

Tabela 5. Dados para pegamento (%), altura da planta na enxertia (cm), altura do ponto de enxertia (cm), diâmetro no ponto de enxertia (mm) e número de folhas de planta de tomate no momento da enxertia.

A porcentagem de pegamento da enxertia deste trabalho foi superior ao encontrado por Souza e Gentil (2010), que ao testar a enxertia da cultivar Yoshimatsu como porta-enxerto e da cultivar Santa Cruz Kada Gigante como enxerto, pelo método de garfagem em fenda cheia, obtiveram 80,4% de pegamento.

Os resultados encontrados foram iguais aos obtido por Cantu (2007), que obteve índice de pega da enxertia de 100% para todos os porta-enxertos que trabalhou, sendo eles ‘Guardião’, ‘Helper-M®’, ‘Anchor-T®’, ‘Dr. K’, ‘Kagemuscha’, ‘Block’, ‘Magnet’ e ‘He-Man’, com o híbrido comercial ‘Paron®’ como enxerto, mostrando que os porta-enxertos utilizados no presente trabalho apresentaram compatibilidade e afinidade com o enxerto.

O uso de cada um desses porta-enxertos apresentaram algumas peculiaridades, a cultivar Yoshimatsu e a cultivar “Santa Cruz Kada Gigante” apresentam germinação uniforme e crescimento rápido, o que acelera o processo de obtenção das mudas enxertadas, levando em torno de 30 a 35 dias para estarem prontas para o transplante para local definitivo, com pegamento da enxertia entre 4 e 6 dias. Porém, o diâmetro do caule é diminuto e o espaço na

bandeja é restrito dificultando a enxertia, aumentando a probabilidade de erros que implicam na perda das mudas.

O porta-enxerto cubiu apresenta germinação desuniforme e crescimento lento na bandeja, levando em torno de 60 a 75 dias para as mudas enxertadas estarem prontas para o transplante para local definitivo, quando transplantadas para copo descartável de 180 mL tem-se uma diminuição de 10 dias neste tempo. Como vantagem, o diâmetro maior da planta que facilita a enxertia, dentre os porta-enxertos utilizados é o que proporciona o pegamento mais rápido da enxertia, de 3 a 4 dias.

Para a jurubeba a germinação só foi obtida em câmara de germinação com temperatura constante de 30 °C, a qual ocorre de forma uniforme a partir do sétimo dia. Devido à incompatibilidade de diâmetro com o enxerto a jurubeba não pode ser enxertada na bandeja, depois de estabelecidas foram transferidas para copos descartáveis de 180 mL para aumentar o diâmetro do caule. Para Peil (2003), a afinidade morfológica, anatômica e de constituição dos tecidos se refere a que os vasos condutores das duas plantas que se unem tenham diâmetros semelhantes e estejam, aproximadamente, em igual número. As mudas ficam prontas em 45 a 60 dias, o pegamento da enxertia ocorre em 5 a 7 dias.

4.2.2. Curva de progresso da doença e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD)

As plantas de ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé franco (SCPI), ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto (SCAI) e ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba (JBI) apresentaram sintomas três dias após a inoculação em casa de vegetação, sendo que ao oitavo dia os dois primeiros tratamentos já apresentavam 100% das plantas com sintomas, enquanto o tratamento “JBI” apresentava 85% de incidência ao final da avaliação. Plantas enxertadas em cubiu (CB) e em ‘Yoshimatsu’ (YS) não apresentaram sintomas da doença, indicando a eficácia dos porta-enxertos no controle da murcha bacteriana em casa de vegetação (Gráfico 1).

Os resultados obtidos estão de acordo com Lopes e Rossato (2013), sendo que por este método, plantas com três a cinco folhas definitivas (30 a 40 dias após a semeadura) inoculadas com colônias virulentas de *R. solanacearum* murcharam em 3-5 dias, desde que colocadas sob alta umidade e temperatura de 20-40 °C.

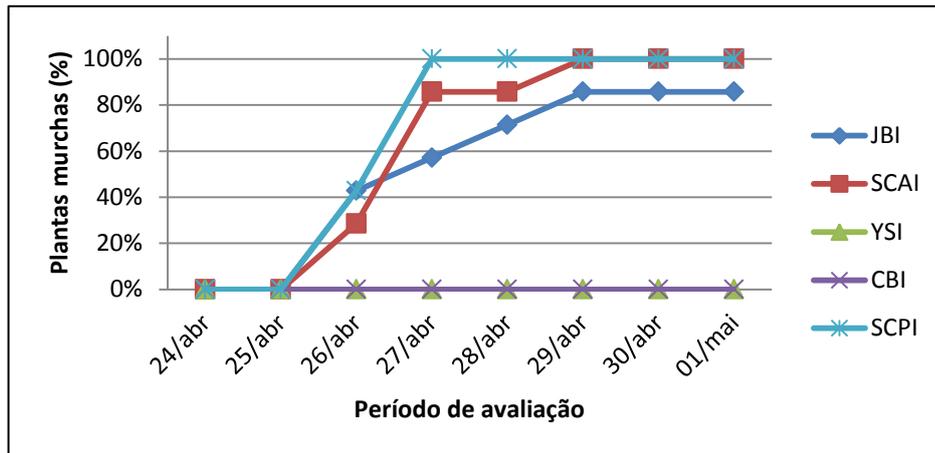


Gráfico 1. Incidência de murcha bacteriana (%) em plantas de tomateiro enxertadas e inoculadas com um isolado da biovar 1 de *Ralstonia solanacearum*. (CBI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu. (JBI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba. (YSI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/Yoshimatsu’. (SCAI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto. (SCPI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco.

No campo, o sintoma de murcha bacteriana iniciou 15 dias após o transplante em plantas do tratamento ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto (SCA), plantas de ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé franco (SCP) apresentaram sintomas a partir do 16º dia. Ambos apresentaram um percentual de plantas murchas abaixo dos 20% até o 19º dia, sendo que em um intervalo de quatro dias este percentual saltou para 90%. O “SCA” foi o primeiro tratamento a atingir 100% de plantas murchas no 24º dia, um dia depois foi à vez do “SCP” atingir o mesmo percentual (Gráfico 2).

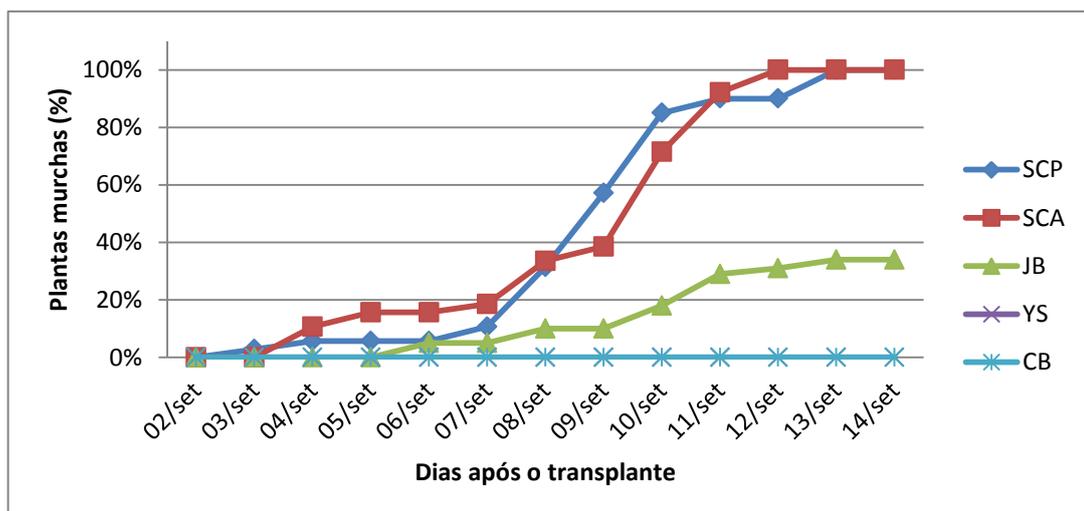


Gráfico 2. Incidência de murcha bacteriana (%) em plantas de tomateiro plantadas em solo naturalmente infestado por *Ralstonia solanacearum*. (CBI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu. (JBI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba. (YSI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/Yoshimatsu’. (SCAI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto. (SCPI) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco.

Para Goodman et al. (1986), a resistência do hospedeiro a um microrganismo patogênico pode ser definida, sob o aspecto fisiológico, como a capacidade da planta em atrasar ou evitar a entrada e/ou a subsequente atividade do patógeno em seus tecidos. Noda et al. (1986) correlaciona níveis elevados de resistência, conferida por um genótipo, aos baixos níveis de velocidade do progresso da doença na população hospedeira.

A incidência da doença aumenta, principalmente, devido a temperaturas elevadas do solo e do ar, altos níveis de umidade no solo, baixa intensidade de luz e dias curtos (GALLEGLY Jr et al, 1949 apud NODA et al, 1986). Segundo Inmet (2016), a temperatura máxima média em Manaus durante a execução do experimento foi de 35 °C e a temperatura mínima média de 26 °C, com umidade relativa média do ar de 68%. Para Takatsu e Lopes (1997), a temperatura entre 25 e 35° C favorecem o desenvolvimento da doença.

A forma de irrigação também favoreceu a ocorrência da doença, pois foi direcionada para uma faixa com diâmetro de 20 cm em torno do colo da planta, lembrando o sistema por gotejamento. Para Marouelli et al. (2005), a razão para a maior ocorrência de murcha bacteriana em tomateiro irrigado por gotejamento deve-se, provavelmente, ao fato de a água ser aplicada de forma localizada. Neste sistema, há a formação de um bulbo saturado próximo ao gotejador durante a irrigação e mesmo algumas horas depois do término, o que favorece o processo infeccioso em torno do sistema radicular.

Outro fator importante na expressão de resistência é a idade da planta, a suscetibilidade de plantas resistentes decresce na medida em que a idade das mudas avança de quatro para oito semanas (WINSTEAD et al, 1952 apud NODA et al, 1986). As variedades geneticamente resistentes somente expressam este caráter após um mínimo de 3 semanas e continuam a aumentar o nível de resistência até atingir o máximo de resistência ao redor da 7ª semana (HENDERSON, comunicação pessoal, apud NODA et al, 1986).

Isso poderia explicar o fato de os tomateiros enxertados no cubiu terem apresentado resistência superior aos enxertados no yoshimatso em ambos os experimentos, pois no momento do transplante os mesmos apresentavam 65 e 30 dias de idade respectivamente. Demosthenes e Bentes (2008), avaliando fontes de resistência à murcha bacteriana em germoplasma de *Capsicum spp* em Manaus-AM, para mudas com 30 e 45 dias, sugeriram que a reação mais suscetível dos acessos ao patógeno, em decorrência da inoculação aos 30 dias de idade pode ser devida ao tecido tenro, facilitando a infecção pela bactéria, e que, com essa idade, a planta pode não ser capaz de ativar seus mecanismos de defesa em tempo de conter a ação do patógeno.

No entanto, a resposta à infecção por *R. solanacearum* em cubiu deve ser melhor investigada para o esclarecimento da natureza do mecanismo de resistência, se estrutural ou bioquímico e qual seu papel na proteção da planta ao patógeno.

O yoshimatso possui resistência horizontal ou poligênica, a mesma envolve mecanismos de defesa do hospedeiro que estão além da capacidade do patógeno vencer, que apesar de efetiva contra todas as raças, apenas diminui o tamanho das lesões produzidas pelo patógeno, aumenta o período de incubação do mesmo, diminui o número de esporos produzidos por lesão e assim por diante, por esse motivo, todos os efeitos somados produzem uma redução na taxa de desenvolvimento da doença (VAN DER PLANK, 1968 apud BERGAMIN FILHO & KIMATI, 1978).

Isso explica por que o porta-enxerto yoshimatso apresentou uma menor taxa de progresso da doença e poucas plantas mortas ao final do experimento (35%). Segundo Noda (1986), esta variedade apresentará variação nos níveis de resistência em função da agressividade da população de patógeno ou do potencial de inoculo do solo infestado, mas não ocorrerá risco de quebra da resistência incorporada. Para Kuriyama (1975), as plantas com ausência ou pouco sintomas da doença no final do ciclo são consideradas resistentes.

Os resultados obtidos com este porta-enxerto estão de acordo com os encontrados por Coelho Netto et al (2003), que trabalhando com a caracterização de isolados de *R. solanacearum* em terra firme e várzea, a cv. Santa Cruz Kada apresentou 78,5% e para a cv. Yoshimatsu, os níveis de infecção foram de 22,5% nas áreas de terra firme, confirmando a variação dos níveis de resistência do yoshimatso em uma mesma região.

Para Darrasse et al. (1998), a infestação do solo por nematóides e a variabilidade e agressividade de isolados locais de *R. solanacearum* são também fatores relacionados com o aumento da severidade da doença ou com a quebra da resistência, fato não observado neste experimento.

As plantas infectadas que sobrevivem à murcha bacteriana apresentam nanismo e amarelecimento de folhas murchas, entretanto, a expressão dos sintomas varia de acordo com o hospedeiro e condições ambientais (GOTO, 1992), fato este observado nos tomateiros enxertados na jurubeba que sobreviveram no campo.

De acordo com a tabela 6, os valores elevados da AACPD confirmam a suscetibilidade dos tratamentos “SCPI”, “SCAI” e “JBI” em casa de vegetação, e dos tratamentos “SCP”, “SCA” e “JB” em campo. Plantas enxertadas em CB e em YS não apresentaram sintomas da doença, juntamente com os tratamentos inoculados com água destilada, apresentando valor zero de AACPD, podendo ser atribuído a uma possível resistência dos mesmos ao patógeno,

já que as cultivares foram mantidas sob as mesmas condições com relação a tratos culturais, como adubação, irrigação, entre outros.

CASA DE VEGETAÇÃO		
Tratamentos	AACPD	Severidade Média
SCA	0,00 c	0,00 c
SCP	0,00 c	0,00 c
JB	744,00 b	1,07 b
SCAI	2540,57 a	3,63 a
YSI	0,00 c	0,00 c
YS	0,00 c	0,00 c
CBI	0,00 c	0,00 c
SCPI	2540,57 a	3,63 a
JB	0,00 c	0,00 c
CB	0,00 c	0,00 c
CV(%)	49,69	47,26
CAMPO		
SCP	3001,20 a	1,87 a
SCA	3061,40 a	1,90 a
JB	826,80ab	0,48 b
YS	0,00 b	0,00 c
CB	0,00 b	0,00 c
CV(%)	32,87	25,68

*Letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tratamentos: (SCP) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco, (SCA) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto, (JB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, (YS) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/‘Yoshimatsu’ e (CB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu.

***Os tratamentos acompanhados da letra (I) indicam que o mesmo foi inoculado com a *R. solanacearum*.

Tabela 6. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade média da murcha bacteriana em plantas de tomate enxertadas.

A partir da severidade média da murcha bacteriana foi possível observar que os tratamentos “SCPI” e “SCAI” em casa de vegetação, e os tratamentos “SCP” e “SCA” em campo, foram altamente suscetíveis. Enquanto o tratamento “JB” em casa de vegetação, e “JB” em campo, mostraram-se moderadamente suscetível. Os tratamentos “JB” e “YS”, mesmo sendo suscetível e tolerante respectivamente, foram capazes de retardar o início da epidemia, reduzindo a intensidade final da doença e a duração da epidemia em campo.

4.2.3. Crescimento das plantas

As plantas foram avaliadas durante três semanas após o transplante quanto a altura, diâmetro do colo e o diâmetro do caule 2 cm acima do ponto de enxertia, exceto para os tratamentos “SCAI” e “SCPI” em que as plantas já haviam morrido.

4.2.3.1. Altura

Não houve diferença significativa para a altura entre os tratamentos em casa de vegetação aos sete dias após o transplântio, exceto para as mudas enxertadas na jurubeba (JB e JBI) que apresentaram um desenvolvimento mais lento, fato este explicado pelo pegamento mais lento da enxertia para este porta-enxerto. Aos quatorze dias os tratamentos “JB” e “JBI” igualaram suas alturas aos demais tratamentos, sendo a única exceção as mudas de “SCAI” que apresentaram desenvolvimento mais lento que os demais, as quais já apresentavam sintomas da murcha bacteriana. Segundo Buddenhagen e Kelman (1964), a redução do crescimento é umas das relações entre sintomas e mecanismos de patogênese da murcha bacteriana, pois é resultante do decréscimo do suprimento de nutrientes e água causado pela formação de polissacarídeos extracelulares pelo patógeno, além da produção de metabólitos pela hospedeira, que entopem o sistema vascular da planta. Aos vinte e um dias após o transplântio o melhor tratamento foi o “SCP”, mudas dos tratamentos ‘Santa Cruz Kada Gigante’/’Yoshimatsu’ (YS), “JB”, “JBI”, “SCPI” e “SCA” não diferiram estatisticamente entre si, com desenvolvimento superior as mudas com porta-enxerto cubiu (CB e CBI), “YSI” e “SCAI” (Tabela 7).

Em campo verificou-se o mesmo que ocorreu em casa de vegetação, onde os porta-enxertos “CB” e “JB” proporcionam um desenvolvimento inicial mais rápido, porém, em um curto período de tempo as mudas enxertadas em tomate (YS e SCA) e SCP igualaram a altura.

Segundo Simões et al (2014), no estágio inicial da muda recém enxertada, a planta sofre alguns estresses que resultam no atraso do crescimento devido o rompimento dos vasos condutores, no entanto, o mesmo não foi observado nos experimentos, onde as plantas enxertadas apresentaram desenvolvimento igual ou superior as plantas pé-franco. Segundo MARSCHNER (1995), as diferenças genótípicas quanto à eficiência nutricional ocorrem por várias razões, as quais estão relacionadas à absorção, ao transporte e à utilização dos nutrientes pelas plantas.

Santos (2005) relata que na avaliação inicial da altura, é importante observar que o arranque no desenvolvimento da planta enxertada é um bom indicativo da compatibilidade, porém, no presente trabalho, os que proporcionaram o melhor desenvolvimento inicialmente foram superados após os 21 dias. Para Fachinello et al (1995), existe uma graduação intermediária de plantas que cicatrizam o ponto de enxertia, mas que, com o passar do tempo, apresentam sintomas de desordens no ponto de união ou crescimento anormal.

A variação do desenvolvimento vegetativo entre os diferentes porta-enxertos pode estar relacionadas às características intrínsecas de cada um. É possível, conforme os

resultados obtidos, inferir que o porta-enxerto beneficia ou não o desenvolvimento vegetativo (MARTINS et al., 2000; PICOLOTTO et al., 2009).

CASA DE VEGETAÇÃO			
Tratamentos	Altura das plantas (cm)		
	7 dias	14 dias	21 dias
SCA	16,21 ab	32,54 ab	62,64 abc
SCP	19,57 a	37,25 a	75,95 a
JB	15,58 b	33,28 ab	64,31 abc
SCAI	16,95 ab	26,08 b	34,15 d
YSI	18,15 ab	29,61 ab	52,71 bcd
YS	19,42 a	36,11 a	68,71 ab
CBI	17,02 ab	31,25 ab	49,30 cd
SCPI	16,50 ab	32,51 ab	67,27 abc
JB	15,34 b	33,77 ab	63,97 abc
CB	17,00 ab	32,01 ab	49,11 cd
CV(%)	11,62	15,68	18,19
CAMPO			
SCP	24,12 c	39,24 b	65,91 ab
SCA	23,98 c	41,22 ab	58,13 b
JB	31,23 a	45,49 a	69,30 ab
YS	26,30 bc	39,91 ab	74,44 a
CB	29,13 ab	41,42 ab	68,85 ab
CV(%)	7,67	7,50	9,55

* Letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tratamentos: (SCP) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco, (SCA) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto, (JB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, (YS) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/Yoshimatsu’ e (CB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu. Os tratamentos acompanhados da letra (I) indicam que o mesmo foi inoculado com a *R. solanacearum*.

Tabela 7. Altura média (cm) de plantas de tomateiro enxertado aos 7, 14 e 21 dias após o transplântio.

Cardoso et al. (2006), avaliando a viabilidade de uso do híbrido Hawaii 7996 como porta-enxerto das cultivares comerciais de tomate Santa Clara, Santa Cruz Kada e Débora Plus, observou situação similar a encontrada neste trabalho. Inicialmente as plantas pé-franco apresentaram um maior desenvolvimento, variando de 36,36 a 45,98 cm no transplante, enquanto a altura das plantas enxertadas variava de 27,02 a 29,02 cm. Aos 80 dias após o transplante todas apresentaram desenvolvimento parecido, variando de 147,65 a 177,02 cm, apesar de as plantas pé-franco apresentarem alturas levemente superiores as enxertadas e não serem estatisticamente iguais aos demais tratamentos.

4.2.3.2. Diâmetro do colo

Aos sete dias após o transplântio, o cubiu (CB e CBI) foi o que apresentou o maior diâmetro do colo em casa de vegetação, diferindo estatisticamente dos demais, sendo que o que apresentou o menor diâmetro foi o “Santa Cruz Kada Gigante” pé-franco (SCP e SCPI).

Com quatorze dias o “SCP” e “SCPI” igualaram o desenvolvimento dos demais tratamentos, o cubiu manteve-se com o maior diâmetro e o “JBI” apresentou o menor desenvolvimento do diâmetro do colo. Na última avaliação todos os tratamentos se igualaram estatisticamente, com exceção da jurubeba (JB e JBI) que se manteve com o pior desempenho e do “SCPI” que já se encontrava com sintoma da murcha bacteriana (Tabela 8).

CASA DE VEGETAÇÃO			
Tratamentos	Diâmetro do colo (mm)		
	7 dias	14 dias	21 dias
SCA	1,81 bc	3,06 b	4,42 abc
SCP	1,57 c	2,92 bc	4,22 abc
JBI	2,14 bc	2,35 c	3,70 c
SCAI	2,03 bc	2,76 bc	3,99 abc
YSI	2,25 b	3,05 b	4,93 a
YS	2,05 bc	3,14 b	4,21 abc
CBI	3,62 a	4,12 a	4,36 abc
SCPI	1,61 c	2,87 bc	3,87 bc
JB	2,12 bc	2,52 bc	3,43 c
CB	3,24 a	4,11 a	4,74 ab
CV(%)	14,99	12,64	14,10
CAMPO			
SCP	1,84 b	3,17 ab	3,76 b
SCA	1,91 b	3,44 a	4,00 ab
JB	1,91 b	2,62 b	3,69 b
YS	2,11 b	3,10 ab	4,77 a
CB	2,58 a	3,09 ab	4,38 ab
CV(%)	8,37	10,54	10,87

* Letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tratamentos: (SCP) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco, (SCA) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto, (JB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, (YS) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/Yoshimatsu’ e (CB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu. Os tratamentos acompanhados da letra (I) indicam que o mesmo foi inoculado com a *R. solanacearum*.

Tabela 8. Diâmetro médio (mm) do colo de plantas de tomateiro enxertado aos 7, 14 e 21 dias após o transplântio.

Igualmente ao ocorrido no experimento em casa de vegetação, o “CB” foi o que apresentou o maior diâmetro do colo inicialmente no campo, sendo que o que apresentou o menor diâmetro foi o “SCP”. Com quatorze dias o “SCP” igualou o desenvolvimento dos demais tratamentos, o “YS” superou o “CB” com o maior diâmetro e o “JB” apresentou o menor desenvolvimento do diâmetro do colo. Na última avaliação “JB” e “SCP” mantiveram-se com o pior desempenho e o “YS” se mostrou com o melhor desempenho (Tabela 8).

4.2.3.3. Diâmetro 2 cm acima do ponto de enxertia

Para o diâmetro 2 cm acima do ponto de enxertia não foram obtidas as medidas do “Santa Cruz Kada Gigante” pé-franco (SCP e SCPI) por não haver ponto de enxertia. De acordo com a tabela 9 é possível observar que ao longo dos 21 dias os porta-enxertos cubiu (CB e CBI) e jurubeba (JB e JBI) foram os que proporcionaram o maior desenvolvimento do diâmetro do caule acima do ponto de enxertia para ambos os experimentos.

CASA DE VEGETAÇÃO			
Tratamentos	Diâmetro acima do ponto de enxertia (mm)		
	7 dias	14 dias	21 dias
SCA	1,74 c	2,70 de	3,91 bc
SCP	0,00 d	0,00 f	0,00 d
JBI	2,24 b	3,05 cd	4,50 ab
SCAI	1,81 bc	2,31 e	3,18 c
YSI	1,80 bc	2,48 e	3,91 bc
YS	1,70 c	2,59 de	3,95 bc
CBI	3,11 a	4,02 a	4,82 a
SCPI	0,00 d	0,00 f	0,00 d
JB	2,20 b	3,28 bc	4,41 ab
CB	3,15 a	3,80 ab	4,41 ab
CV(%)	14,88	13,32	13,82
CAMPO			
SCP	0,00 d	0,00 c	0,00 d
SCA	1,90 c	2,87 b	4,33 bc
JB	3,13 b	4,33 a	5,20 a
YS	1,89 c	2,80 b	4,09 c
CB	3,73 a	4,55 a	4,93 ab
CV(%)	7,79	8,78	9,44

*Letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tratamentos: (SCP) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco, (SCA) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto, (JB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, (YS) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/’Yoshimatsu’ e (CB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu.

Os tratamentos acompanhados da letra (I) indicam que o mesmo foi inoculado com a *R. solanacearum*.

Tabela 9. Diâmetro médio (mm) acima do ponto de enxertia de plantas de tomateiro enxertado aos 7, 14 e 21 dias após o transplantio.

Com o decorrer do experimento observou-se que no caso dos tomateiros enxertados no cubiu e na jurubeba o diâmetro do caule no ponto de enxertia não foi proporcional, formando uma espécie de calo no local, enquanto nos tratamentos que consistiam na enxertia de tomate com tomate a cicatrização se tornou quase imperceptível.

Farias (2012) presenciou a mesma situação em seu trabalho ao utilizar a jurubeba como porta-enxerto para a cultivar de tomate Santa Adélia, apresentando respectivamente, 7,14 e 14,04 mm de diâmetro, definindo a situação como uma das possíveis responsáveis pelo menor número de frutos/planta deste tratamento.

Tal fenômeno pode explicar o fato de o tomateiro enxertado no cubiu ter apresentado um desenvolvimento em altura mais lento que os demais tratamentos a partir dos 21 dias (Tabela 7). Já para o tomateiro enxertado na jurubeba as consequências foram mais além, com o início da frutificação todas as plantas deste tratamento apresentaram deficiência de cálcio.

Segundo González (1999), uma das formas de manifestação da incompatibilidade é o crescimento excessivo do ponto de enxertia, ou na zona próxima a este. Para Fachinello et al (1995), a diferença entre enxerto compatível e incompatível não está bem definida. Existe uma graduação intermediária de plantas que cicatrizam o ponto de enxertia, mas que, com o passar do tempo, apresentam sintomas de desordens no ponto de união ou crescimento anormal.

Estas plantas podem apresentar alterações na quantidade de nutrientes devido ao impedimento na conexão vascular do xilema e floema, ocorrido durante o processo de conexão entre os tecidos do porta-enxerto e enxerto (CANIZARES, 2001). Na tentativa de explicar a deficiência de alguns nutrientes, levanta-se a hipótese de que esses nutrientes ficariam retidos na região da enxertia durante a cicatrização e conexão vascular, o que interfere na translocação das raízes para a parte aérea da planta e vice-versa (CAÑIZARES, 2005).

4.2.4. Dados da produção

A colheita dos frutos foi feita uma única vez, sendo colhidos todos os frutos por planta, devido ao ataque severo de mosca branca (*Bemisia tabaci*), que favoreceu o surgimento de fumagina (*Capnodium* spp.), e pulgão (*Myzus persicae*).

4.2.4.1. Floração

A enxertia não interferiu na produção de flores em casa de vegetação como pode ser observado na tabela 10, não houve diferença significativa entre os tratamentos para o número de flores por planta e média de flores por inflorescência. Os tratamentos “SCAI” e “SCPI” não apresentaram produção de flores devido a morte das plantas causada pela bactéria *R. solanacearum*.

Em campo o tratamento “YS” foi o que apresentou o maior número de flores por planta, porém não diferiu estatisticamente do “CB”. O tratamento “JB” foi o que apresentou o pior desempenho. O mesmo foi observado para o número de flores por inflorescência. Estes valores observados são muito próximos aos observados em casa de vegetação, com exceção do tratamento “JB” que apresentou desempenho muito inferior (Tabela 10). Os tratamentos

“SCA” e “SCP” não apresentaram produção de flores devido a morte das plantas causada pela bactéria *R. solanacearum*.

CASA DE VEGETAÇÃO		
Tratamentos	Flores/Planta	Flores/Inflorescência
SCA	56,42 a	7,05 a
SCP	51,85 a	6,48 a
JB	51,57 a	6,44 a
SCAI	0,00 b	0,00 b
YSI	55,85 a	6,98 a
YS	56,42 a	7,05 a
CBI	55,42 a	6,92 a
SCPI	0,00 b	0,00 b
JB	47,85 a	5,98 a
CB	46,28 a	5,78 a
CV(%)	23,54	23,54
CAMPO		
SCP	0,00 c	0,00 c
SCA	0,00 c	0,00 c
JB	31,02 b	3,87 b
YS	58,16 a	7,26 a
CB	43,90 ab	5,48 ab
CV(%)	38,05	38,07

*Letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tratamentos: (SCP) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco, (SCA) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto, (JB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, (YS) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/‘Yoshimatsu’ e (CB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu. Os tratamentos acompanhados da letra (I) indicam que o mesmo foi inoculado com a *R. solanacearum*.

Tabela 10. Número de flores por planta e número médio de flores por inflorescência para plantas de tomate com oito inflorescências.

O número de flores/inflorescência foi superior ao encontrado por Teixeira (2013), que ao avaliar o número médio de flores no primeiro cacho de tomateiros tipo Beef enxertadas no porta-enxerto Multifort, variaram de 4 a 6 flores.

4.2.4.2. Produtividade

A colheita dos frutos foi feita com 100% dos frutos. De acordo com a tabela 11, com exceção do tratamento “JB”, não houve diferença significativa entre os tratamentos para número de frutos por planta, número de frutos por inflorescência e produtividade (t/ha) em casa de vegetação, no entanto, pode-se observar que os tratamentos inoculados com a bactéria tiveram desempenho inferior aos demais tratamentos para a variável produtividade, juntamente com o tratamento “JB”. Isso pode ser explicado devido à planta ter o desenvolvimento afetado pela bactéria no caso das plantas inoculadas, e ao desbalanço nutricional causado pela enxertia no caso das plantas enxertadas na jurubeba. Os tratamentos

“SCAI” e “SCPI” não apresentaram produção de frutos devido a morte das plantas causada pela bactéria *R. solanacearum*.

CASA DE VEGETAÇÃO			
Tratamentos	Número de Frutos/Planta	Número de Frutos/Inflorescência	Produtividade (t/ha)
SCA	53,00 a	6,62 a	5,34 a
SCP	49,42 a	6,17 a	4,08 ab
JB	27,85 b	3,48 b	1,78 bc
SCAI	0,00 c	0,00 c	0,00 c
YSI	50,14 a	6,26 a	3,50 ab
YS	53,71 a	6,71 a	3,60 ab
CBI	51,14 a	6,39 a	3,56 ab
SCPI	0,00 c	0,00 c	0,00 c
JB	41,71 ab	5,21 ab	3,24 ab
CB	44,57 a	5,57 a	4,83 a
CV(%)	24,47	24,47	45,68
CAMPO			
SCP	0,00 c	0,00 c	0,00 c
SCA	0,00 c	0,00 c	0,00 c
JB	0,00 c	0,00 c	0,00 c
YS	55,55 a	6,94 a	6,30 a
CB	43,38 b	5,41 b	5,56 b
CV(%)	24,52	24,55	55,10

*Letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tratamentos: (SCP) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco, (SCA) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto, (JB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, (YS) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/’Yoshimatsu’ e (CB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu. Os tratamentos acompanhados da letra (I) indicam que o mesmo foi inoculado com a *R. solanacearum*.

Tabela 11. Número de frutos por planta, número de frutos por inflorescência e produtividade (t/ha), de tomateiro enxertado.

No campo, apenas os tratamentos “YS” e “CB” conseguiram atingir a produção de frutos, sendo que o “YS” foi o que apresentou o melhor desempenho para as seguintes variáveis: número de frutos por planta, número de frutos por inflorescência e produtividade (t/ha). No entanto, o mesmo não é utilizado na forma de pé franco pelos agricultores devido à qualidade de seus frutos, que apresenta problemas de podridão estilar e rachaduras. O tratamento “JB” teve uma produção pífia, com isso considerou-se a produção nula. Os tratamentos “SCA” e “SCP” não apresentaram produção de frutos devido a morte das plantas causada pela bactéria *R. solanacearum* (Tabela 11).

Em relação ao número total de frutos, os valores encontrados no experimento estão próximos aos 50,8, 44,4 e 41,2 frutos/planta, obtidos com ‘Débora Plus®’, ‘Santa Clara®’ e ‘Kada®’, respectivamente, enxertados no porta-enxerto ‘HW 7996’, descritos no trabalho de Cardoso et al (2006).

Farias (2012) ao utilizar a jurubeba como porta-enxerto para a cultivar de tomate Santa Adélia, obteve a média de 20,2 frutos/planta para esta combinação cultivada em solo infestado com *R. solanacearum*. Resultado praticamente igual ao encontrado no presente trabalho, onde o tratamento “JBI” apresentou média de 27,85 frutos/planta. O tratamento “JB” só apresentou um número de frutos estatisticamente igual aos demais tratamentos (41,71) devido à ausência da bactéria em seu substrato. Zeist (2015), ao enxertar a cultivar Santa Cruz Kada[®] no cubiu obteve média de 2,9 frutos/inflorescência utilizando o método de fenda cheia.

Sendo superiores aos resultados encontrados por Cantu (2007), que ao avaliar o desempenho de porta-enxertos de tomateiro em resistência a nematóides e murcha-de-fusário obteve 50,7 frutos para as plantas enxertadas no porta-enxerto ‘He-man[®]’ com oito cachos, sendo este o seu melhor tratamento, e 36,2 frutos para as plantas enxertadas no porta-enxerto ‘Block[®]’, como o pior tratamento.

A comparação de produção com outros trabalhos realizados com tomateiro é apenas um comparativo, pois em função das condições climáticas, porta-enxerto, enxerto, população da bactéria presente no solo, raça fisiológica e biovar, além do manejo feito pelo produtor, podem influenciar nos resultados de produtividade (SILVA, 2015).

4.2.4.3. Fenologia

Em casa de vegetação a enxertia não interferiu no início da floração das plantas, todos os tratamentos apresentaram a emissão da primeira inflorescência entre 4 e 4,5 semanas após o transplântio. O início da frutificação ocorreu entre 5,5 e 6,5 semanas, já a capação foi feita entre 7,5 e 8,5 semanas, não havendo diferença significativa entre a maioria dos tratamentos, com exceção dos tratamentos “CB” e “CBI”, que por apresentarem um desenvolvimento mais lento, tiveram o início da frutificação apenas com oito semanas e a capação só foi realizada com 9,5 semanas. Os tratamentos “SCAI” e “SCPI” não apresentaram resultados para as variáveis de fenologia devido a morte das plantas causada pela bactéria *R. solanacearum* (Tabela 12).

No campo as plantas dos tratamentos “YS” e “CB” iniciaram a floração no mesmo período de tempo observado em casa de vegetação, com emissão da primeira inflorescência entre 4 e 4,5 semanas após o transplântio. O tratamento “JB” iniciou a floração a partir da 5ª semana, este atraso de uma semana pode ser explicado pelo fato de cerca de 40% das plantas deste tratamento já estarem apresentando sintoma de murcha neste período. Não houve diferença significativa entre “CB” e “YS” para o início da frutificação, ocorrendo a partir da 7ª semanas (Tabela 21), sendo respectivamente inferior e superior, aos períodos observados

em casa de vegetação para estes tratamentos (Tabela 12). Com o início da floração mais tardio, o tratamento “JB” também apresentou o início da frutificação mais tardio, sendo superior a 9 semanas.

A capação foi feita entre 9 e 9,5 semanas, não havendo diferença significativa entre a os tratamentos “CB” e “YS” (Tabela 21), sendo respectivamente igual e superior, aos períodos observados em casa de vegetação para estes tratamentos (Tabela 12). Para o tratamento “JB” não foi realizado a capação devido a nenhuma planta deste tratamento ter atingido o número de oito inflorescências. Os tratamentos “SCA” e “SCP” não apresentaram resultados para as variáveis de fenologia devido a morte das plantas causada pela bactéria *R. solanacearum*.

CASA DE VEGETAÇÃO			
Tratamentos	Início da floração	Início da Frutificação	Capação**
SCA	4,42 a	5,71 c	7,57 b
SCP	4,57 a	5,85 c	7,71 b
JB	4,42 a	6,00 c	7,71 b
SCAI	0,00 b	0,00 d	0,00 c
YSI	4,42 a	6,57 abc	8,28 b
YS	4,57 a	5,57 c	7,71 b
CBI	4,28 a	8,28 a	9,57 a
SCPI	0,00 b	0,00 d	0,00 c
JB	4,14 a	6,28 bc	7,57 b
CB	4,14 a	8,00 ab	9,42 a
CV(%)	12,62	19,22	8,48
CAMPO			
SCP	0,00 c	0,00 b	0,00 b
SCA	0,00 c	0,00 b	0,00 b
JB	5,15 a	9,30 a	0,00 b
YS	4,39 b	7,74 a	9,15 a
CB	4,17 b	7,87 a	9,36 a
CV(%)	10,02	26,23	9,08

*Letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Corte da gema apical.

***Tratamentos: (SCP) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ pé-franco, (SCA) ‘Santa Cruz Kada Gigante’ auto-enxerto, (JB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/jurubeba, (YS) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/Yoshimatsu e (CB) ‘Santa Cruz Kada Gigante’/cubiu. Os tratamentos acompanhados da letra (I) indicam que o mesmo foi inoculado com a *R. solanacearum*.

Tabela 12. Início da floração, início da frutificação e capação das plantas de tomate acima da oitava inflorescência, em semanas após a enxertia.

Os resultados obtidos para início da floração e frutificação foram melhores que os apresentados por Teixeira (2013), que obteve o aparecimento da primeira flor e o início da frutificação em média com 6 e 10 semanas, respectivamente, para tomateiros tipo Beef enxertadas no porta-enxerto Multifort.

5. CONCLUSÃO

- 1) Plantas de tomate enxertadas em cubiu não desenvolveram sintomas de murcha bacteriana, podendo ser indicada para produção de mudas e plantio em áreas contaminadas com *R. solanacearum*.
- 2) A cultivar yoshimatso apresentou resistência parcial em plantas enxertadas com este porta-enxerto, podendo ser usada dentro de um programa de manejo da doença em cultivo de tomateiro.
- 3) A jurubeba não pode ser utilizada como porta-enxerto de tomateiro visando o controle da murcha bacteriana por ser suscetível ao patógeno.
- 4) O crescimento e a produtividade das plantas de tomate enxertadas foram maiores no porta-enxerto yoshimatso.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGRIOS, G. N. Plant pathology. Burlington: Elsevier, p. 922, 2005.

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: UFLA, 2004. p. 14-23.

AMORIM, D. S.; QUEIROZ, E. S.; OLIVEIRA, F. L.; SCHURT, D. A.; LIMA, H. E. Controle da murcha bacteriana via enxertia de tomateiro em jurubeba silvestre. In: 45º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Manaus – AM, 2012.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. Variedades Resistentes. In: GALLI, F. Manual de Fitopatologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978, 373 p.

BEZERRA, E. L. S; MACHADO, I. C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de mata atlântica, Pernambuco. Acta Botânica Brasiliense, v. 17, n. 2, p. 247-257, 2003.

BUDDENHAGEN, I.; KELMAN, A. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Annual Review of Phytopathology, v. 2, p. 203-230, 1964.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley & Sons: New York. p. 532. 1990.

CAÑIZARES, K. A. L. Enxertia, potássio e magnésio na nutrição, desenvolvimento e produção de pepino. 2001. 158f. Tese (Doutorado Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CAÑIZARES, K. A. L. Influência da irrigação com água enriquecida com dióxido de carbono e da enxertia sobre o estado nutricional de plantas de pepino. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 1, p. 9-14, 2005.

CAÑIZARES, K. A. L. Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.). A cultura do pepino. 1. ed. São Paulo: UNESP, 1998. p.195-223.

CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Evaluación de tres métodos de injerto en pepino tipo japonés. In: CONGRESSO PANAMEÑO,1, Y CONGRESSO IBEROAMERICANO DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS EN LÁ AGRICULTURA, 1., 1999, Ciudad del Panamá. Anales...Madrid: CEPLA (Comité Español de Plásticos en la Agricultura), 1999. p.140-145.

CANTU, R. R. Desempenho de porta-enxertos de tomateiro em resistência a nematóides, murcha-de-fusário e produção da planta enxertada. 2007. 73f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. S.; CARVALHO, L. A.; LEDO, C. A. S. Viabilidade de uso do híbrido hawaii 7996 como porta-enxerto de cultivares comerciais de tomate. *Bragantia*, Campinas, v.65, n.1, p.89-96, 2006

CARELLI, B. P.; GERALD, L. T. S.; GRAZZIOTIN, F. G.; ECHEVERRIGARAY, S. Genetic diversity among Brazilian cultivars and landraces of tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. revealed by RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v.53, p.395-400, 2006.

COELHO NETTO, R. A., PEREIRA, B. G., NODA, H.; BOHER, B. Murcha bacteriana no estado do Amazonas, Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, v. 29, p. 021-027, 2004.

COELHO NETTO, R. A.; NODA, H.; BOHER, B. Agressividade de isolados de *Ralstonia solanacearum* provenientes de solanáceas no estado do Amazonas. *Summa Phytopathologica*, v. 29, n. 2, p. 208-211, 2003.

COELHO NETTO, R. A.; PEREIRA, B. G.; NODA, H.; BOHER, B. Caracterização de isolados de *Ralstonia solanacearum* obtidos de tomateiros em várzea e em terra firme, no Estado do Amazonas. *Fitopatologia Brasileira*, v. 28, p. 362-366, 2003.

COUTRI, M. L.; SANTOS, J. R. M. Reação de solanáceas a murcha bacteriana do tomateiro. EMBRAPA, Comunicado Técnico 44, p. 1-6, 1986.

DARRASSE, A.; TRIGALET, A.; PRIOR, P. Correlação de agressividade com variação genômica em *Ralstonia solanacearum* Race 1. In: PRIOR, P.; ALLEN, C.; ELPHINSTONE, J. (Eds). Bacterial wilt Diseases. Molecular and Epidemiological Aspects Berlin. Springer-Verlag, p. 89-98. 1998.

DEMOSTHENES, L. C. R.; BENTES, J. L. S. Fontes de resistência à murcha bacteriana em germoplasma de *Capsicum* spp. do estado do Amazonas. Acta Amazônica, v. 41, n. 3, p. 435-438, 2011.

EDVAR, S. S. Enxertia no controle da murcha bacteriana, na atividade de enzimas e produção em tomateiro. 2013. 103f. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

EPAGRI. Normas técnicas para o tomateiro tutorado na região do Alto Vale do Rio do Peixe. Florianópolis: Epagri, 1997. (Série Sistemas de Produção).

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília, DF: Embrapa informações tecnológicas, 1995. 221 p.

FAO-Food and Agriculture Organization. Regional Office for the Near East. Riverside: FAO, 2009.

FARIAS, E. A. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; COSTA, F. C.; NASCIMENTO, D. S. Organic production of tomatoes in the amazon region by plants grafted on wild solanum rootstocks. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 37, n. 4, p. 323-329, jul./ago., 2013

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. St Paul: APS Press, 2005. p. 449-461.

FERREIRA, S. M. R. Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região

metropolitana de Curitiba. (Tese doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 249 f. 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. p. 418.

GARRITY, G. M.; STALEY, J. T.; BOONE, D. R.; BRENNER, D. J.; DE VOS, P.; GOODFELLOW, M.; KRIEG, N. R.; RAINEY, F. A.; SCHLEIFER, K. H. Proteobacteria. In: BRENNER, D. J.; KRIEG, N. R.; STALEY, J. T. (Eds.). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Michigan State University. p. 575-623. 2005.

GONZÁLEZ, J. The graft vegetables. In: VILARNAU, A., GONZÁLEZ, J. *Planteles: semilleros, viveros*. Reus: Ediciones de Horticultura, 1999. p. 121-128.

GOODMAN, R. N.; KIRÁLY, Z.; WOOD, K. R. The biochemistry and physiology of plant disease. Columbia, University of Missouri Press, 1986. 433p.

GOTO, M. *Fundamentals of bacterial plant pathology*. San Diego: Academic Press, 1992. p. 342.

GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CANIZARES, K. A. L. *Enxertia em hortaliças*. São Paulo: UNESP. 2003. 85p.

HAYWARD, A.C. *Pseudomonas solanacearum*. In: SINGH, U., SINGH, R.; KOHMOTO, K. (Eds.). *Pathogenesis and host specificity in plant diseases: Histopathological, biochemical, genetic and molecular bases*. Oxford: Pergamon. 1995. p. 139-151.

HIKICHI, Y. Global regulation of pathogenicity mechanism of *Ralstonia solanacearum*. *Plant Biotechnol.*, v. 24, n. 1, 2007. p. 149-154.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201501.pdf>. Acesso em 21 de fevereiro de 2016.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, Brasília. 2016. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em 22 de fevereiro de 2016.

IOST, C. A. R.; FERREIRA, M. C.; MARTINELLI N. M.; MACCAGNAN, D. H. B. Avaliação de volumes de calda proporcionados por diferentes pontas de pulverização no controle de *Tuta absoluta* (Meirick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomate rasteiro. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, n. 5, 2008. p. 619-624.

LOPES C. A. Murchadeira da batata. ABBA. Embrapa hortaliças, 2005. 65p.

LOPES C. A.; QUEZADO-DUVAL A. M. Epidemiologia e controle das bacterioses das hortaliças. In: ZAMBOLIM L.; LOPES C. A.; PICANÇO M. C.; COSTA H.(Eds.). *Manejo Integrado de Doenças e Pragas: Hortaliças*. Viçosa: Editora UFV, 2007. p. 115-162.

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

KIRÁLY, Z.; KLEMENT, Z. SOLYMOSY, F.; VÖRÖS, J. *Methods in Plant Pathology*. Akadémiai Kiado, Budapeste. 1974. 509p.

KPÊMOUA, K.; BOHER, B., NICOLE, M.; COLATAYUD, P; GÊGER, J.P. Cytochemistry of defense response in cassava infected by *Xanthomonas campestris* pv. *manihots*. *Canadian Journal of Microbiology*, v. 42, 1996. p. 1131-1143.

KURIYAMA, T. Testing methods for breeding disease-resistant vegetables in Japan. *Japan. Agriculture Research Quarterly*, v. 9, p. 96-100. 1975.

LIMA, H. E.; RÊGO, E. R.; CAVALCANTE, G. P.; RÊGO, M. M.; COTA, L. V. Reação em campo à murcha bacteriana de cultivares de tomate em Roraima. *Horticultura Brasileira*, v. 28, 2010. p. 227-231.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; Tomate. *Tecnologia de Produção*. Viçosa, MG. Editora UFV, 2008.

LOPES, C. A.; ROSSATO, M. Comunicado Técnico: Diagnóstico de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro. EMBRAPA, Brasília. 2013. 10p.

MALAVOLTA JUNIOR, V. A. BERIAM, L. O. S.; ALMEIDA, I. M. G.; RODRIGUES NETO, J.; ROBBS, C. F.. Bactérias fitopatogênicas no Brasil: uma atualização. Summa Phytopathol., v. 34, n. esp., supl., 2008. p. 1-88.

MAPA. Manual de hortaliças não-convencionais. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS. 2010. 92p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, 1995. 889p.

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, abr-jun 2005.

MARQUES, E. Murcha bacteriana do eucalipto causada por *Ralstonia solanacearum* raça 3 biovar 2T: etiologia, influencia do solo e controle. 2012. 187f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.

MARTINS, F. C.; FIGUEIREDO, N. Solanáceas (Solanaceae Juss.) do Estado do Maranhão. Monografia de conclusão de curso. Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 1998. 86p.

MARTINS, A. L. M.; RAMOS, N. P.; GONÇALVES, P. S.; VAL, K. S. Influência de porta-enxertos no crescimento de clones de seringueira no Estado de São Paulo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, p. 1743-1750. 2000.

MEHAN, V. K. Bacterial wilt of Groundnut. Patancheru: Internacional Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1994. 28p. (Boletim Informativo, 35).

MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T.; ARAGÃO, F. A. Z. Melhoramento genético de hortaliças no Brasil: retrospectiva e perspectiva. In: Simpósio nordestino de genética e melhoramento de plantas. Anais... Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2009. p. 60-82.

MENEZES, D. Análise genética de um cruzamento dialélico em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 1998. 95f. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

NODA, H. Melhoramento de hortaliças em climas desfavoráveis: o desafio do desenvolvimento de cultivares adaptadas a Amazônia. Melhoramento do Tomateiro para o Tropicó Úmido Brasileiro. Hort. Bras., v. 25, n. 1, (CD-ROM). Porto Seguro - BA, 2008.

NODA, H.; PAHLEN, A. V. DER; SILVA FILHO, D. F. Avaliação da resistência de progênies de tomate à murcha bacteriana em solo naturalmente infestado por *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Dows. Revista Brasileira de Genética, v. 9, 1986. p. 55-66.

NODA, H.; SOUZA, L. A. G.; SILVA FILHO, D. F. Agricultura familiar no Amazonas: conservação dos recursos ambientais. Manaus, AM. Editora Wega, v.1, 2013. p. 15-26.

NUEZ, F. El cultivo del tomate. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 793p.

OLIVEIRA, M. L.; BACCARO, F. B.; Braga-Neto, R.; MAGNUSSON, W. E. Reserva Ducke: a biodiversidade amazônica através de uma grade. PPBio-Programa de Pesquisa em Biodiversidade. Manaus, 2011. Acessado em 08/12/2015. Disponível online em: <<http://ppbio.inpa.gov.br/>>.

PARDO, M.A. 2004. Effect of *Solanum sessiliflorum* Dunal on the lipidic metabolism and of the glucose. Ciencia e Investigación, 7: 43-48 (in Spanish, with abstract in English).

PEIL, R. M. Enxertia na produção de mudas de hortaliças. Ciência Rural, v. 33, n. 6, p.1169-1177. 2003.

PEIXOTO, J. R.; DA SILVA, R. P.; RODRIGUES, F. Á.; JULIATTI, F. C.; FILHO, A. B. C. Avaliação de genótipos de tomateiro tipo santa cruz no período de verão, em Araguari, MG. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.34, n.12, dez. 1999. p.2253-2257.

PICOLOTTO, L.; MANICA-BERTO, R.; PAZZIN, D.; PASA, M. D. S.; SCHIMITZ, J. D.; PREZOTTO, M.; BETEMPS, D. L.; BIANCHI, V. J.; FACHINELLO, J. C. Características vegetativas, fenológicas e produtivas do pessegueiro cultivar Chimarrita enxertado em diferentes porta-enxertos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, p. 583-589. 2009.

PIROG, J. Effect of grafting methods on KNVF rootstocks and illumination on tomato transplant quality. Roczn. Akad. Roln. QERoznaniu, v. 137, 1982. p. 147-162.

PRIOR, P.; BART, S.; LECLERQ, S.; DARRASE, A.; ANAIS, G. Resistance to bacterial wilt in tomato as discerned by spread of *Pseudomonas (Burholderia) solanacearum* in the stem tissues. Plant Disease, v. 45, 1996. p. 720-726.

RAO, A. V. Lycopene, tomatoes, and the prevention of coronary heart disease. Exp. Biol. Med., v. 227, 2002. p. 908-913.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; TAKATSU, A. *Pseudomonas solanacearum* no Brasil: aspectos macroepidemiológicos. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.10, n.2, 1985. 123p.

ROSSATO M.; BARBOSA R. B.; SILVA D. J. H.; GRIGOLLI J. F. J.; LOPES C. A. Avaliação da resistência à murcha-bacteriana em genótipos de *Solanum lycopersicum*. Horticultura Brasileira., v. 26, n. 2. 2008. 5p.

SAILE, E. MCGARVEY, J. A.; SCHELL, M. A.; DENNY, T. P. Role of extracellular polysaccharide and endoglucanase in root invasion and colonization of tomato plants by *Ralstonia solanacearum*. Phytopathology, v. 87, n. 12, 1997. p. 1264-1271.

SANTOS, H. S. Marcha de absorção de nutrientes em plantas de pimentão (*Capsicum annum*, L.) enxertadas em porta-enxertos resistentes a patógenos de solo. 2005. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura), Faculdade de Ciência Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SANTOS, J. R. M.; COUTRI, M. L. Comunicado Técnico: Reação de solanáceas à murcha bacteriana do tomateiro. EMBRAPA, Manaus. p. 6. 1986.

SANTOS, H. S.; GOTO, R. Enxertia em plantas de pimentão no controle da murcha de fitóftora em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.1, p. 45-49, jan-mar 2004.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M. J. A. Híbridos de tomateiro industrial cultivados em ambiente protegido e campo aberto. Científica, v.35, n.1, p.80 – 87, 2007.

SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M. Licopeno como agente antioxidante. Rev. Nutr., v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SHEW, H. D.; LUCAS, G. B. Philippine bacterial leaf spot. In: LUCAS, G. B. Compendium of Tobacco Diseases, St. Paul, Minnesota, USA: The American Phytopathological Society, 1991. 33p.

SILVA, E. G. Resposta enzimática, fisiológica e produtiva do tomateiro e desempenho de porta enxertos resistentes à murcha bacteriana. 2015. 85f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n.1, p. 71-78, 2002.

SILVA FILHO, D. F.; CLEMENT, C. R.; NODA, H. Relação entre descritores e populações de cubiu (*Solanum tojiro*) avaliadas na Amazônia Central. Revista Brasileira de Fruticultura. v. 10, n. 2, p. 67-70, 1988.

SILVA FILHO, D.F.; NODA, H.; PAIVA, W.O.; YUYAMA, K.; BUENO, C.R.; MACHADO, F.M. 1997. Hortaliças não convencionais nativas e introduzidas na Amazônia. In: NODA, H.; SOUZA, L.A.G.; FONSECA, O.J.M. Duas décadas de contribuições do INPA à pesquisa agrônômica no trópico úmido. Manaus, AM. p.19-87.

SILVA FILHO, D. F. Manual técnico cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal): cultivo y utilización. Caracas: Secretaria Pro-tempore, 1998.

SILVEIRA, N.S.S.; MARIANO, R.L.R.; MICHEREFF, S.J. *Pseudomonas solanacearum* no Brasil. Summa Phytopathologica, Jaboticabal, v.22, n.2, p.97-111, 1996.

SIMÕES, A. C.; ALVES, G. E. B.; FERREIRA, R. L. F.; NETO, S. E. A.; ROCHA, J. F. Compatibilidade de tomateiro sob diferentes porta-enxertos e métodos de enxertia em sistema orgânico. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 961, 2014.

SOUZA, J. L. Sistema orgânico de produção de tomate. In: Instituto capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. Tomate. Vitória, ES: INCAPER, p. 35 – 67, 2010.

SOUZA, L. V.; GENTIL, D. F. O. Estaquia da cultivar de tomateiro Yoshimatsu. Horticultura Brasileira, v. 31, p. 166-170, 2013.

TAKATSU, A.; SILVA, C.B.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Variabilidade e distribuição de *Pseudomonas solanacearum* de solanáceas nas diferentes regiões do Brasil. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.9, n.2, p.387, 1984.

TAYLOR, I. B. 1986. Biosystematics of the tomato. In: ATHERTON, I. G.; RUDICH, I. The tomato crop' a scientific basis for improvement. p. 1-34. Chapman and Hall, London.

TEIXEIRA, J. M. S. Avaliação do sistema de condução de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) enxertado em cultura protegida na produtividade e qualidade dos frutos. 2013. 73f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Biológica) – Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. In: Cadernos de Ciência & Tecnologia. Brasília, v.17, n.1, p.71-89, jan./abr. 2000.

YABUUCHI, E. Transfer of two Burkholderia and an Alcaligenes species to Ralstonia gen. nov.: proposal of Ralstonia pickettii (Ralston, Palleroni and Doudoroff, 1973) comb. nov., Ralstonia solanacearum (Smith 1896) comb. nov. and Ralstonia eutropha (Davis 1969) comb. nov. Microbiol. Immunol., v. 39, n. 11, p. 897-904, 1995.

WINSTEAD, N. N.; KELMAN, A. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. Phytopatology, v. 42, p. 628-635, 1952.

ZEIST, A. R. Características agronômicas e fisiológicas de tomateiro em função de porta-enxertos e métodos de enxertia. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Guarapuava, 2015.