



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO COM A
INCORPORAÇÃO DE GUANDU E CROTALÁRIA AO SOLO E COM
ENXERTIA EM PORTA-ENXERTO RESISTENTE**

SUANE COUTINHO CARDOSO

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
MARÇO DE 2004

**CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO COM A
INCORPORAÇÃO DE GUANDU E CROTALÁRIA AO SOLO E COM
ENXERTIA EM PORTA-ENXERTO RESISTENTE**

SUANE COUTINHO CARDOSO

Engenheira Agrônoma

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2002.

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias – Área de concentração em Fitotecnia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Cristina Fermino Soares

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2004

FICHA CATALOGRÁFICA

C268 Cardoso, Suane Coutinho

Controle da murcha bacteriana do tomateiro com a incorporação de guandu e crotalária ao solo e com enxertia em porta-enxerto resistente. / Suane Coutinho Cardoso. – Cruz das Almas, Ba. 2004.

72f.; il. tab., graf.

Dissertação de (Mestrado) – Escola de Agronomia Universidade Federal da Bahia, 2004.

1. Tomate – doenças – controle. 2. Murcha bacteriana – *Ralstonia solanacearum* – tomate. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia. II. Título

CDD 20 ed. 633.642

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares - Orientadora
Escola de Agronomia - UFBA

Dr. Francisco Ferraz Laranjeira
Embrapa Mandioca e Fruticultura

Prof^a. Dr^a. Léa Araújo de Carvalho
Escola de Agronomia - UFBA

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências
Agrárias em.....
Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em
.....

OFEREÇO

A minha família querida, meu pai Augustinho (*in memorian*), minha mãe Francisca e meus irmãos.

DEDICO

A meu noivo, Alexsandro, pessoa mais encantadora que conheci.

“A Ciência que se rejubila na mãe Natureza, transcende o saber no tempo e no espaço. Por mais reducionistas que sejamos, o complexo e o abstrato sempre nos acompanharão”.

Alexsandro dos Santos Brito

AGRADECIMENTOS

A Deus, Senhor de toda Glória, pela vida.

Aos meus pais queridos, exemplos de caráter e dedicação, pela coragem e empenho que tiveram na preparação dos seus filhos para vida.

Aos meus irmãos e familiares pelo apoio constante.

A minha orientadora, Ana Cristina, pela confiança, ensinamentos e amizade.

Ao meu noivo, Alexsandro, pela compreensão, companhia e colaboração indispensável.

Ao meu irmão, José Augusto, pelo auxílio imprescindível na condução de um dos experimentos em sua propriedade.

À professora Léa Araújo de Carvalho, pela valiosa colaboração no desenvolvimento da tese e amizade.

Ao professor Joelito Oliveira Rezende, pelos ensinamentos de vida e incentivo.

Aos amigos queridos Emile, Elaine, Tania, Laise, Lícia, Marise e Joaquim, pelos conselhos e apoio constante.

Aos Doutores Jane Oliveira Perez e Manoel Teixeira, pelas valiosas sugestões nos trabalhos de tese.

Aos estagiários do Lab. de Fitopatologia, Alexsandro dos Santos Brito e Andiale Pinto dos Santos, pela preciosa colaboração no desenvolvimento dos trabalhos.

À Ana Maria Amorim, pelo estimado auxílio em uma das análises do trabalho.

Aos colegas de mestrado, companhias agradáveis durante o curso.

Aos colegas do Laboratório de Fitopatologia, pela colaboração nos trabalhos, momentos de descontração e amizade.

À Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Programa Especial de Treinamento – PET/AGRUFBA, por despertar em mim o interesse pela pós-graduação e pelas grandes amizades que fiz.

À coordenação do Mestrado em Ciências Agrárias da UFBA.

À secretária do Mestrado, Sidinha, pela sua atenção e competência.

Aos professores do Mestrado em Ciências Agrárias, pelos conhecimentos e treinamentos proporcionados.

Aos Doutores Carlos Alberto da Silva Ledo e Francisco Ferraz Laranjeira, pela gentileza em realizar as análises estatísticas.

Ao Dr. Jaw-Fen Wanga pelo fornecimento das sementes do híbrido Hawaii 7996 do Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) em Taiwan.

Ao Sr. Arildo Mariano Rego, da Empresa Seminis (SVS DO BRASIL SEMENTES LTDA), pelo fornecimento de sementes de tomate cv. Santa Clara.

À bibliotecária da AGRUFBA, Isaelce dos Santos Silva, pela gentileza em fazer a revisão bibliográfica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

A todos aqueles que, de uma forma geral, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO 1

Capítulo 1

CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO COM A
INCORPORAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE GUANDU E CROTALÁRIA
AO SOLO..... 14

Capítulo 2

SELEÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE TOMATEIRO E SEU USO NO
CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA 35

Capítulo 3

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE
TOMATEIRO ENXERTADAS EM HÍBRIDO RESISTENTE À MURCHA
BACTERIANA..... 51

CONSIDERAÇÕES FINAIS 67

ANEXO

LISTA DE ANEXO

Anexo		Página
A	Ilustrações dos experimentos referentes aos capítulos 1, 2 e 3.	70

CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO COM A INCORPORAÇÃO DE GUANDU E CROTALÁRIA AO SOLO E COM ENXERTIA EM PORTA-ENXERTO RESISTENTE

Autora: Suane Coutinho Cardoso

Orientadora: Ana Cristina Fermino Soares

RESUMO: A murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum*, é um fator limitante à cultura do tomateiro na região do Recôncavo da Bahia, Brasil. Este trabalho teve como objetivo avaliar o controle da murcha bacteriana do tomateiro, por meio do uso de diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica e da enxertia com porta-enxerto resistente, bem como avaliar o desenvolvimento e produtividade das plantas enxertadas. Foram avaliados dois compostos orgânicos comerciais e a matéria fresca da parte aérea de guandu (*Cajanus cajan*) e de crotalária (*Crotalaria juncea*), nas concentrações 10, 20 e 30 % (v/v), incorporados ao solo infestado com *R. solanacearum*. O solo com guandu e crotalária foi incubado por 30 e 60 dias antes do plantio. Mudanças de tomateiro 'Santa Clara' foram transplantadas para os substratos e avaliou-se o sintoma de murcha. Nos experimentos com enxertia, foram avaliados genótipos silvestres de tomateiro e o híbrido Hawaii 7996, quanto à resistência a *R. solanacearum*. Como porta-enxerto utilizou-se o híbrido Hawaii 7996 e como enxertos comerciais foram utilizadas as cultivares Santa Clara, Santa Cruz Kada e Débora Plus. O guandu e a crotalária, em todas as concentrações, promoveram 100% de controle da murcha nos tratamentos com 30 dias de incubação. No entanto, a concentração de 10%, com 60 dias de incubação, não controlou a doença. Apenas o híbrido Hawaii 7996 pode ser recomendado como porta-enxerto resistente a *R. solanacearum*, promovendo 100% de controle da murcha. A produção total e massa média de frutos não diferiram para os tratamentos enxertados em relação a seus respectivos pés-francos. Esses resultados indicam que a incorporação da parte aérea de guandu e crotalária ao solo e a enxertia com o híbrido Hawaii 7996, podem ser considerados métodos de controle da murcha bacteriana do tomateiro.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, *Ralstonia solanacearum*, adubos verdes, enxertia, fenda cheia, Hawaii 7996.

CONTROL OF TOMATO BACTERIAL WILT WITH THE INCORPORATION OF PIGEON PEA AND CROTALARIA TO SOIL AND GRAFTING WITH A RESISTANT ROOTSTOCK

Author: Suane Coutinho Cardoso

Advisor: Prof^a Dra. Ana Cristina Fermino Soares

ABSTRACT: The bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* is a limiting factor to the tomato crop in the Recôncavo region of the State of Bahia, Brazil. This work aimed to evaluate the tomato bacterial wilt control, using different sources and concentrations of organic matter and grafting varieties to a resistant rootstock, as well as evaluating the growth and yield of the grafted plants. Two commercially available organic composts and the aerial fresh parts of pigeon peas (*Cajanus cajan*) and crotalaria (*Crotalaria juncea*), in the concentrations of 10, 20, and 30% (v/v) were tested by incorporating to a soil infested with *R. solanacearum*. The soil with pigeon pea or crotalaria was incubated for 30 and 60 days, before planting. Tomato seedlings cv. Santa Clara were transplanted to the substrates, and symptoms of bacterial wilt were evaluated. For grafting experiments, local tomato genotypes and the hybrid Hawaii 7996, were evaluated for resistance to *R. solanacearum*. The hybrid Hawaii 7996 was used as rootstock, and cv. Santa Clara, Santa Cruz Kada, and Débora Plus were used as the scion parts. The soil incorporation of pigeon pea and crotalaria, for all concentrations, controlled 100 % bacterial wilt for treatments with 30 days of incubation. However, the concentration of 10%, with 60 days of incubation, did not control the disease at all. Only the hybrid Hawaii 7996 can be recommended as a resistant rootstock to *R. solanacearum*, allowing 100 % control of bacterial wilt. The total productivity and average fruit weight did not differ among grafted treatments and non-grafted tomato seedlings. These results imply that the incorporation of aerial parts of pigeon peas and crotalaria to soil and grafting to the hybrid Hawaii 7996 as rootstock can be considered as alternative methods for the control of bacterial wilt.

Key-words: *Lycopersicon esculentum*, *Ralstonia solanacearum*, green manure, grafting, clestgrafting, Hawaii 7996.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma das hortaliças mais cultivadas, sendo produzido em quase todos os Estados. No entanto, é uma cultura sujeita a uma gama considerável de patógenos, sendo as bactérias fitopatogênicas, responsáveis por grandes prejuízos (Peixoto, 1997).

Entre as bacterioses do tomateiro, a murcha causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith) Smith é a mais importante, podendo causar perdas variáveis de 10 a 100 % na produção (Lopes, 1994). Esta bacteriose está presente nas regiões tropicais e subtropicais do globo (Buddenhagen & Kelman, 1964), provocando danos severos à cultura do tomate, principalmente nas condições de temperatura acima de 25°C, em solos úmidos, com pH abaixo de 7,0 (Lopes & Santos, 1994), baixa intensidade de luz e dias curtos (Noda et al., 1986).

Ralstonia solanacearum é uma bactéria gram negativa, aeróbica, bastonetiforme (0,5 - 0,7 a 1,5 - 2,5 µm), com tufo de flagelos polares e pertence ao grupo das bactérias não fluorescentes da família Pseudomonadaceae (Palleroni, 1984). Esta bactéria foi classificada em nível infra-subespecífico, em três raças, de acordo com sua capacidade de infectar diferentes hospedeiros (Buddenhagen et al., 1962). Posteriormente, Hayward (1964) separou os isolados em biovars, com base na capacidade de utilizar açúcares e álcoois como única fonte de carbono. Atualmente, são conhecidas cinco biovars (Hayward, 1994a). No Brasil, somente isolados das biovars I e III, ambos pertencentes à raça 1, foram encontrados infectando o tomateiro sob condições naturais (Lopes & Quezado-Soares, 2000).

A bactéria *R. solanacearum* é cosmopolita, extremamente variável, adaptada a um grande número de plantas hospedeiras (cerca de 53 famílias botânicas), sob as mais variadas condições edafoclimáticas (Takatsu & Lopes,

1997; Hayward, 1994b). É nativa da maioria dos solos brasileiros, sendo mais comum em solanáceas e musáceas (Tokeshi & Carvalho, 1980).

Em tomateiro, o primeiro sintoma é a murcha dos folíolos na parte superior das plantas, sendo que à noite ou nas horas mais frias do dia os folíolos podem recuperar a turgidez. Em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, a murcha atinge toda a planta, sendo irreversível (Lopes & Santos, 1994). A intensidade dos sintomas varia com o isolado do patógeno e a variedade cultivada, podendo ocorrer descoloração dos vasos lenhosos e amarelecimento das folhas mais velhas, bem como subdesenvolvimento da planta, sem a ocorrência de sintomas de murcha (Maffia et al., 1980; Robbs, 1985).

A penetração de *R. solanacearum* no hospedeiro ocorre através de ferimentos ou aberturas naturais, principalmente nas raízes, obstruindo os vasos transportadores de água e seiva, provocando o sintoma externo de murcha (Robbs, 1983; Takatsu et al., 1984).

O controle de *R. solanacearum* é extremamente difícil, principalmente devido à ampla gama de hospedeiros, alta variabilidade genética do patógeno e sua sobrevivência no solo por longos períodos (Reifschneider & Takatsu, 1985; Takatsu et al., 1984). As principais medidas preconizadas para o controle desse patógeno incluem ações preventivas ou práticas culturais visando a impedir ou retardar o aparecimento do patógeno na cultura (Silveira et al., 1996).

Enquanto não existem cultivares resistentes de boa aceitação comercial, a rotação de cultura e a eliminação de plantas capazes de manter a população de *R. solanacearum* por longo tempo nas áreas infestadas, são as ações mais importantes, dentro de um conjunto de medidas integradas de controle. Os melhores resultados no controle da murcha bacteriana, tem sido obtidos com gramíneas como milho, arroz e pastagens de gramíneas (Takatsu & Lopes, 1997).

O controle químico é dificultado pela localização do patógeno no xilema, onde se encontra protegido contra medidas convencionais de controle (Tokeshi & Carvalho, 1980). A sobrevivência desse patógeno em grande profundidade no solo constitui um dos fatores que inviabiliza o controle químico (Lopes, 1994). Embora esse tipo de controle tenha sido mencionado algumas vezes como sendo de certa eficiência (Robbs, 1960), não é economicamente viável no campo (Morgado et al., 1994). Porém, em cultivos protegidos, em que o valor da área e

da produção pode compensar financeiramente, o tratamento químico é considerado uma alternativa (Lopes & Quezado-Soares, 2000).

A herança da resistência do tomateiro à murcha bacteriana é complexa e sua expressão está fortemente correlacionada com as condições ambientais, bem como com a idade da planta (Noda et al., 1986). O melhoramento de plantas visando resistência a *R. solanacearum* tem sido um dos meios de controle mais pesquisados no Brasil (Silveira et al., 1996). Entretanto, o uso de variedades resistentes tem apresentado alguns problemas, pois segundo Reifschneider & Takatsu (1985), a grande variabilidade do patógeno e a introdução de material contaminado em áreas isentas da doença dificultam a obtenção de genótipos resistentes.

A utilização de materiais orgânicos no controle de doenças causadas por patógenos do solo tem sido objeto de estudo por diversos autores (Huang & Kuhlman, 1991). Contudo, a maioria dos estudos é com doenças fúngicas. Foi encontrado apenas um trabalho sobre a murcha bacteriana do tomateiro e seu controle com a incorporação de composto orgânico, o qual demonstrou um aumento da incidência da murcha com doses crescentes do composto orgânico (Uesugi e Tomita, 2002).

Os compostos orgânicos melhoram as características biológicas, físicas e químicas do solo e podem induzir a supressividade a fitopatógenos (Schoenmaker & Ghini, 2001; Rodríguez-Kábana & Calvet, 1994). Segundo Baker e Cook (1974), supressividade é a capacidade de alguns solos prevenir naturalmente o estabelecimento de patógenos ou inibirem as suas atividades patogênicas. Solos com essas características são denominados solos supressivos, oposto a solos “conducivos”, que favorecem o desenvolvimento da doença. Existem solos que suprimem os patógenos (capacidade do solo para reduzir a densidade de inóculo e suas atividades saprofitas), enquanto outros suprimem a doença (capacidade do solo reduzir a severidade da doença, mesmo com altas densidade de inóculo e capacidade de sobrevivência do patógeno).

A supressividade pode ser induzida pela rotação de culturas, acréscimo de substratos orgânicos que estimulem os antagonistas, alteração do pH do solo para nível que estimule os antagonistas e desfavoreça os patógenos, uso de métodos de cultivo do solo que possibilitem uma melhor estrutura, épocas adequadas de semeadura para favorecer os antagonistas e o hospedeiro,

incorporação de matéria orgânica, introdução massal de antagonistas, manejo adequado da irrigação e métodos de cultivo que favoreçam os antagonistas (Baker e Cook, 1974).

Segundo Cook & Baker (1983) e Huang & Kuhlman (1991), resíduos orgânicos podem intensificar a atividade microbiana do solo e a competição entre os microrganismos, promovendo a lise de estruturas de patógenos e favorecendo o desenvolvimento das plantas. A resposta do patógeno pode ser variável, em função do tipo de material orgânico incorporado ao solo, da sua relação carbono-nitrogênio e nível de decomposição, dentre outros fatores (Hoitink & Fahy, 1986). Alguns resíduos promovem o aumento da incidência de doenças, por prover uma base alimentar, aumentando a sobrevivência do patógeno (Grünwald et al., 2000).

A supressividade do solo tem sido freqüentemente observada para a murcha bacteriana da batata, principalmente em solos sob vegetação nativa das regiões Sul, Centro Oeste e Nordeste. O tipo mais comum tem sido chamado "Campo-biô", termo utilizado por produtores japoneses para caracterizar a murcha bacteriana que desaparecia do solo após plantios sucessivos com batata. Neste caso, o patógeno parece existir no solo em populações bastante altas, capazes de provocar perdas de até 80 %. Entretanto, diferentemente da murcha bacteriana "comum", em plantios sucessivos com batata ou com várias outras culturas de ciclo curto, a doença regride até permanecer em níveis de danos desprezíveis ou mesmo desaparecer. Acredita-se que o cultivo intensivo do solo aumenta a população de microrganismos antagonísticos a *R. solanacearum*, que podem existir em formas mais ou menos competitivas no solo, devido à grande variabilidade genética deste patógeno (Takatsu & Lopes, 1997).

Resíduos de cana de açúcar (mistura de bagaço e torta de filtro e mistura de bagaço, vinhaça e torta de filtro) apresentaram-se supressivos a *Pythium aphanidermatum*, reduzindo a densidade de inóculo do patógeno e a incidência de doença em plântulas de pepino. Porém, a supressividade foi perdida quando se aqueceram os compostos, indicando o envolvimento de fatores biológicos no efeito supressivo sobre *P. aphanidermatum* (Theodore & Toribio, 1995).

A adição de material orgânico ao solo reduziu a incidência da podridão do colmo do milho, causada por *Fusarium moniliforme*, enquanto que, para doença de semelhante sintomatologia causada por *Macrophomina phaseolina*, houve incremento quando se utilizaram folhas de capim colopogônio (Osunjala, 1990).

Singh et al. (1989) estudaram o efeito estimulante ou inibidor do resíduo de culturas sobre três fungos, verificando o incremento de *Sclerotium rolfsii* e a supressão de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* em todos os tratamentos. Papavizas (1968), estudando o efeito de fontes de N e C na severidade da podridão de raízes por *Thielaviopsis basicola*, verificou que o feno de alfafa, com relação C/N igual a 18 foi o melhor tratamento.

Além da utilização da matéria orgânica no controle de patógenos radiculares, a enxertia em solanáceas como tomate, berinjela e pimentão e cucurbitáceas, tais como pepino, melão e melancia, tem sido bastante estudada (Kawaide, 1985; Gómez, 1997). Apesar de ser muito utilizada na produção comercial de mudas de hortaliças em países como Japão, Holanda e Espanha, é uma técnica de uso recente no Brasil (Peil, 2003).

A enxertia é uma técnica de propagação de plantas que visa, principalmente, reduzir o tempo de formação de mudas, adaptação a diferentes tipos de solo, precocidade de produção e resistência a doenças. Esta técnica é muito difundida na fruticultura, sendo também utilizada para conferir resistência a nematóides, bactérias e fungos de solo em algumas hortaliças, principalmente pepino e tomate (Blanco, 1999). Em curto prazo, percebe-se a grande vantagem do uso da enxertia no controle de patógenos de solo e na tolerância a altas e baixas temperaturas, procurando assim, não alterar as características dos genótipos que se deseja produzir, utilizando-os como enxerto (Kobori, 1994).

No controle de patógenos de solo a enxertia envolve a utilização de uma cultivar comercial suscetível sobre um porta-enxerto resistente, pertencente à outra cultivar, espécie ou gênero da mesma família botânica, com a finalidade de evitar o contato da planta sensível com o patógeno, mantendo o sistema radicular sadio, possibilitando as funções normais de absorção de água e nutrientes do solo (Peil, 2003). Em solanáceas, especialmente para tomate, Lee (1994), Oda (1995) e Gómez (1997), citam que a enxertia tem sido utilizada visando o controle de doenças causadas por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Verticillium dahliae*, *R. solanacearum*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis* – *lycopersici*, nematóide e o vírus ToMV.

Tomates selvagens com alto nível de resistência à murcha bacteriana foram usados como porta-enxertos de cultivares chinesas. Os porta-enxertos 'CH-2-26', 'CH-2-25' e 'CH-2-21' apresentaram um controle de 100, 86,7 e 80 %

respectivamente, retardando o aparecimento da doença no 25º e 40º dias, em comparação com os pés-francos (Lu et al., 1992).

Na região Norte do Brasil, onde as cultivares de tomate não têm apresentado boa tolerância a *R. solanacearum*, tem-se empregado com vantagem a enxertia sobre espécies do gênero *Solanum*, como jurubeba (*S. jurubeba*) e juna (*S. toxicarium*) (Robbs, 1985; Tokeshi & Carvalho, 1980). Já em São Paulo, citam que produtores paulistas de pepino japonês já adotam a enxertia como uma alternativa de produção para reduzir as perdas ocasionadas por fungos do solo e nematóides (Cañizares e Goto, 1999).

Uma análise realizada por Pirog (1982) mostra que em tomateiro, uma pessoa treinada pode enxertar em média 55 a 60 e 70 a 75 plantas/hora nos métodos tipo fenda e encostia, respectivamente. Em relação às observações feitas em plantas controle, não enxertadas, verificou-se que ocorre um atraso de 6 a 7 dias e 10 a 14 dias nos transplantes das mudas formadas pelos métodos de encostia e fenda respectivamente.

Em estudos sobre o comportamento de plantas enxertadas de tomateiro, Yoshioka et al. (1981), concluíram que o tomateiro enxertado pelo método tipo fenda apresenta pegamento do enxerto num período de 3 a 5 dias após a enxertia e que a presença de folhas no porta-enxerto influencia no desenvolvimento do sistema radicular do mesmo. Segundo Yoshioka (1986), isso se deve ao fato de que, na unidade de fonte-dreno ("source-sink") de produção, transformação e translocação de fotossintatos, a primeira até a quinta folha verdadeira são responsáveis pelo desenvolvimento das raízes. Desta forma, foi aceito que a presença de folhas no porta-enxerto favorecia o pegamento do enxerto, bem como seu crescimento inicial devido à atividade do sistema radicular.

Yamakawa (1982), utilizou o método de enxertia tipo fenda simples que consiste em utilizar porta-enxerto no estágio de 5 a 6 folhas verdadeiras, sendo o ponto de enxertia realizado na terceira folha verdadeira. O caule é fendido em aproximadamente $\frac{3}{4}$ do diâmetro a uma profundidade de 1,5 cm. O enxerto deve apresentar, nesta fase, de 2 a 3 folhas verdadeiras, incluindo as folhas cotiledonares. O corte do enxerto é feito abaixo dos cotilédones em bisel e inserido sobre o porta-enxerto com a ajuda de um clipe, para garantir um bom contato no ponto de enxertia. Após 7 a 10 dias, em condições de temperatura amena e alta umidade, o clipe é retirado.

Além da importância do número de folhas do porta-enxerto, Nunes & Werner (1980), descrevem que para se obter êxito no processo de enxertia é necessário que a haste da jurubeba (porta-enxerto) e do tomateiro (enxerto) tenham o mesmo diâmetro para que haja coincidência de cascas. Se a haste da jurubeba for um pouco mais grossa, deve-se fazer coincidir as cascas (jurubeba com o tomateiro) em um dos lados. Realizada a enxertia, as mudas permanecem no viveiro durante 10 a 15 dias para o completo pegamento do enxerto. Para isso, fazem-se irrigações diárias, não deixando cair água no ponto de enxertia.

O sucesso da enxertia é dependente de fatores que propiciam a formação do calo. Esta técnica deve ser executada em ambiente úmido, os cortes devem ser executados com rapidez, e as partes seccionadas devem ser conectadas o mais rápido possível para não secar a superfície. Também se torna essencial fornecer condições adequadas para que os tecidos se desenvolvam e cresçam para constituir uma boa união (Cañizares, 1997).

Com o avanço da tecnologia na área de produção agrícola, o setor de enxertia tem apresentado novidades em relação à produção de mudas. A produção de mudas enxertadas de forma mecanizada é uma realidade em alguns países e as opções de porta-enxertos são várias para as diferentes hortaliças. Para isso, utilizam-se diferentes tipos de robôs para a realização de enxertos (Lee, 1994; Oda, 1995; Suzuki et al., 1998).

Diante da importância da cultura do tomate na Bahia e mais especificamente no Recôncavo Baiano, onde *R. solanacearum* é autóctone e causa sérios prejuízos, este trabalho teve como objetivo, avaliar métodos alternativos de controle da murcha bacteriana, com a utilização de diferentes concentrações e fontes de matéria orgânica e por meio da enxertia, utilizando porta-enxerto resistente.

Referências Bibliográficas

BAKER, K.F.; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco: W.H. Freeman, 1974. 433p.

Blanco, F.F. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo**. 1999. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

BUDDENHAGEN, I.; KELMAN, A. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.2, p.203-231, 1964.

BUDDENHAGEN, I.; SIQUIERA, L.; KELMAN, A. Designation of races in *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**, St. Paul, v.25, n.5, p.726. 1962.

CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Evaluación de tres métodos de injerto em pepino tipo japonés. In: CONGRESO PANAMEÑO, 1, e CONGRESO IBEROAMERICANO DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS EM LA AGRICULTURA, 1., 1999, Ciudad de Panamá. **Anales...** Madrid: CEPLA (Comité Español de Plásticos em la Agricultura), 1999. p.140-145.

CAÑIZARES, K.A.L. **Efeito da enxertia de dois híbridos de pepino (*Cucumis sativus*) em dois híbridos de abóbora (*Cucurbita* sp.), sob ambiente protegido**. 1997. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

COOK, R.J.; BAKER, K.F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1983. 53p.

GÓMEZ, A.M. **Injerto de hortalizas**. Valência: Generalitat Valenciana. 1997. 88p. (Divulgación técnica, 40).

GRÜNWALD, N.J.; HU, S.; BRUGGEN, A.H.C. Short-term cover crop decomposition in organic and conventional soils: characterization of soil C, N, microbial and plant pathogen dynamics. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.106, p.37-50, 2000.

HAYWARD, A.C. Systematics and phylogeny of *Pseudomonas solanacearum* and related bacteria. In: HAYWARD, A.C.; HARTMAN, G.L. (Eds.) **Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum***. Wallingford: CAB International, 1994a. p.123-135.

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

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

HOITINK, H.A.J; FAHY, P.C. Basis for control of soil borne plant pathogens with composts. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.24, p.93-114, 1986.

HUANG, J.W.; KUHLMAN, E.G. Mechanisms inhibing damping-off pathogens of slash pine seedlings with a formulation soil amendment. **Phytopathology**, St. Paul, v.81, p.171-177, 1991.

KAWAIDE, T. Utilization of rootstocks in cucurbits production in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.18, p.248-249, 1985.

KOBORI, R.F. **Enxertia em tomateiro como método alternativo de controle da murcha de *Verticillium* e comportamento de introduções à doença**. 1994. 131f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

LEE, J.M. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods and benefits. **Hortscience**, Alexandria, v.29, p.235-239, 1994.

LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. Doenças causadas por bactérias em tomate. 2000. In: ZAMBOLIM, L. et al. **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. v.2, cap.22, p.757-800.

LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M. dos. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CNPQ, 1994. 61p.

LOPES, C.A. Ecologia de *Pseudomonas solanacearum*. In: TALLER SOBRE ENFERMIDADES BACTERIANAS DE LA PAPA, 1., 1994, Brasília. **Memórias...** Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de EMBRAPA / Hortaliças, 1994. p.17-22.

LU, M.Q. et al. An experiment using grafting for control of tomato bacterial wilt. **Plant Protection**, Tokyo, v.18, p.3-25, 1992.

MAFFIA, L.A.; MARTIN, M.C. DEL P.; MATSUOKA, K. Doenças do tomateiro. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.6, n.66, p.42-45, 1980.

MORGADO, H.S.; LOPES, C. A.; TAKATSU, A. Métodos para avaliação de resistência à murcha bacteriana em berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.237-245, 1994.

NODA, H.; PAHLEN, A. van der; SILVA FILHO, D.F. Avaliação da resistência de progênie de tomate à murcha bacteriana em solo naturalmente infestado por *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Dows. **Revista Brasileira de Genética**, São Paulo v.9, n.1, p.55-66, 1986.

NUNES, M.U.C.; WERNER, T. **Recomendações técnicas para a cultura do tomate na microrregião do Alto-Purus-Acre**. UEPAE; EMBRAPA, 1980, p.1-23, (Circular Técnica, 3).

ODA, M. New grafting methods for fruit bearing vegetables in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.29, p.187-194, 1995.

OSUNJALA, S.O. Effect of organic soil amendments on the incidence of stalk rot maize. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.127, p.237-241, 1990.

PALLERONI, N.J. Family I. Pseudomonadaceae. In: KRIEG, N.R.; HOLT, J.G. **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1984. v.1. p.141-210.

PAPAVIZAS, G.C. Survival of root infecting fungi in soil. VI. Effect amendments on bean root rot caused by *Thielaviopsis basicola* and inoculum density of the causal organism. **Phytopathology**, Saint Paul, v.58, n.4, p.421-428, 1968.

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

PEIXOTO, A.R. Controle biológico da murcha bacteriana do tomateiro, por *Pseudomonas* spp. fluorescentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.27, n.1, p.153-160, 1997.

PIROG, J. Effects of grafting methods on KNVF rootstocks and illumination on tomato transplant quality. **Roczniki Akademi Rolniczej Poznaniu**, v.137, p.147-162, 1982.

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

ROBBS, C.F. O "moko" da bananeira e outras bacterioses de cultivos tropicais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.8, n.3, p.534-535, 1983.

ROBBS, C.F. Tomate - doenças causadas por bactérias. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.11, n.131, p.45-46, 1985.

ROBBS, C.F. Tratamento de tubérculos sementes de batatinha (*Solanum tuberosum*) com estreptomicina visando o controle de doenças bacterianas. In: ROBBS, C.F. (Ed.) **Bacterioses fitopatogênicas no Brasil**. Itaguaí: IER / Universidade Rural, 1960, p.39-41 (Série Divulgação de pesquisa, 2).

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; CALVET, C. Capacidad del suelo para controlar enfermedades de origem edáfico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.129-138, 1994.

SCHOENMAKER, I.A.S.; GHINI, R. Biofumigação do solo para o controle de *Pythium* spp. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.27, n.3, p. 308-309, 2001.

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.

SINGH, D.; NEMA, K.G; VYAS, S.G. Toxicity of some the crop residues to soilborne pathogens of in vitro chickpeas. **International Chickpea Newsletter**, Patancheru, v.21, p.19-29, 1989.

SUZUKI, M.; SASAYA, S.; KOBOYASHI, K. Present status of vegetable grafting system. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.32, p.105-112, 1998.

TAKATSU, A.; LOPES, C.A Murcha bacteriana em hortaliças: avanços científicos e perspectivas de controle. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.170-177, 1997. (Suplemento).

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.

THEODORE, M.; TORIBIO, J.A. Supression of *Pythium aphanidermatum* in composts prepared from sugarcane factory residues. **Plant and Soil**, The Hague, v.177, p.219-223, 1995.

TOKESHI, H.; CARVALHO, P.C.T. Doenças do tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill. In: GALLI, F. (Coord.) **Manual de fitopatologia**. 2ed. São Paulo: Ceres, 1980. v.2, p.551-552.

YAMAKAWA, K. Use of rootstocks in Solanaceous fruit-vegetable production in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.15, n.3, p.175-180, 1982.

YOSHIOKA, H. Translocation and distribution of photosynthates in tomato plants. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.19, n.4, p.266-270, 1986.

YOSHIOKA, H.; TAKAHASHI, K.; KOGURE, K. Studies on the translocation and accumulation of photosynthates in young grafted tomato plants. IV. Behavior of photosynthates in young grafted tomato plant. **Bulletim Vegetable and Ornamental Crops Research Station Series A**, Japan, v.8, p.23-32, 1981.

CAPÍTULO 1

CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO COM A INCORPORAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE GUANDU E CROTALÁRIA AO SOLO¹

¹Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do Periódico *Summa Phytopathologica*.

Controle da murcha bacteriana do tomateiro com a incorporação de matéria orgânica de guandu e crotalária ao solo

RESUMO

A utilização de compostos orgânicos que melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo vem sendo estudada como indutora de supressividade a fitopatógenos do solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica no controle da murcha bacteriana do tomateiro. Foram avaliados dois compostos orgânicos comerciais e a matéria fresca (triturada) da parte aérea de guandu (*Cajanus cajan*) e de crotalária (*Crotalaria juncea*), nas concentrações 10, 20 e 30 % (v/v), incorporados ao solo infestado com *Ralstonia solanacearum*. O solo com a matéria fresca de guandu e crotalária foi incubado por 30 e 60 dias, antes do plantio. Mudanças de tomateiro 'Santa Clara' foram transplantadas para sacos de polietileno contendo 3 kg de substrato (solo infestado + matéria orgânica) e avaliou-se, por um período de 45 dias, o sintoma de murcha bacteriana e a percentagem de plantas com floração. A incorporação e incubação por 30 dias, da parte aérea de guandu e crotalária, em todas as concentrações avaliadas, promoveu 100 % de controle da murcha. Com 60 dias de incubação, apenas a concentração de 10 % de guandu e crotalária não controlou a doença. Os compostos comerciais, para algumas concentrações, aumentaram a incidência de murcha. Esses resultados indicam que a incorporação ao solo da parte aérea de guandú e crotalária pode ser um método alternativo no controle da murcha bacteriana do tomateiro.

Palavras-chaves adicionais: *Lycopersicon esculentum*, *Ralstonia solanacearum*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, compostos orgânicos.

Control of tomato bacterial wilt with the incorporation of organic matter of pigeon pea and crotalaria to soil

ABSTRACT

The utilization of organic compounds that improve the physical, chemical and biological soil properties has been studied as an inducer of suppressivity to soilborne plant pathogens. This work had the objective of evaluating the effect of different sources and concentrations of organic matter for tomato bacterial wilt control. Two commercially available organic composts and fresh triturated aerial parts of pigeon pea (*Cajanus cajan*) and crotalaria (*Crotalaria juncea*) were studied in the concentrations of 10, 20, and 30 % (v/v), incorporated to soil infested with *Ralstonia solanacearum*. The soil with fresh matter of pigeon peas and crotalaria was incubated for 30 and 60 days before planting. Tomato seedlings of cv. Santa Clara were transplanted to polyethylene bags with 3kg of the substrate (infested soil + organic matter) and for 45 days, wilting symptoms and percentage of flowering plants were evaluated. The incorporation and incubation for 30 days of aerial parts of pigeon peas and crotalaria, for all evaluated concentrations, allowed 100 % wilt control. With 60 days of incubation, only the concentration of 10 % of pigeon peas and crotalaria did not control the disease. These results suggest that the incorporation to the soil of fresh aerial parts of pigeon peas and crotalaria can be considered as an alternative method for bacterial wilt control.

Additional keywords: *Lycopersicon esculentum*, *Ralstonia solanacearum*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, organic composts.

INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é suscetível a vários patógenos, sendo a murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*, a mais importante fitomoléstia de origem bacteriana. Ocorre em todas as regiões do Brasil (Reifschneider & Takatsu, 1985) e, em condições propícias ao seu

estabelecimento (alta umidade e temperatura), causa danos irreversíveis à planta (Lopes & Santos, 1994).

Na região do Recôncavo Baiano, a murcha causada por *R. solanacearum* biovar III tem sido diagnosticada em pequenas propriedades produtoras de solanáceas como o tomateiro, berinjela e pimentão (dados não publicados). Os produtores têm procurado por medidas de controle, alguns chegando a desistir do plantio destas culturas devido às perdas ocasionadas pela murcha e outras doenças.

O controle desta doença é muito difícil, pois não existe um método químico efetivo e o controle cultural com rotação de cultura, apesar de ser recomendado, não é eficiente, uma vez que os estádios de disseminação e sobrevivência de *R. solanacearum* são confinados ao solo (Michereff et al., 2001). A bactéria permanece viável por longos períodos, o que inviabiliza o cultivo de plantas susceptíveis por vários anos no mesmo local (Romeiro, 1995).

A incorporação de matéria orgânica ao solo tem sido uma alternativa viável para o controle de doenças, principalmente de patógenos radiculares de origem fúngica (Viana et al., 2000). Contudo, foi encontrado apenas um trabalho sobre a murcha bacteriana do tomateiro e seu controle com a incorporação de composto orgânico, o qual demonstrou um aumento da incidência da murcha com doses crescentes do composto orgânico (Uesugi e Tomita, 2002). Não existem estudos mostrando o controle eficiente da murcha bacteriana do tomateiro e outras solanáceas por meio do uso de matéria orgânica.

Os compostos orgânicos melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo e vêm sendo estudados como indutores de supressividade a fitopatógenos do solo (Hoitink & Boehm, 1999). Essas características, juntamente com os fatores ambientais, podem acelerar ou retardar o desenvolvimento da doença por alterarem a viabilidade do inóculo (Nelson, 1981). Supressividade é definida como a capacidade que determinados solos têm de inibir o estabelecimento do patógeno ou sua atividade patogênica. A supressividade do solo é uma característica desejável por possibilitar o manejo da doença com maior eficiência e sem danos ambientais elevados (Assunção et al., 2003). De acordo com Ghini & Zaroni (2001), a indução de supressividade pode ocorrer com a incorporação de antagonistas ou estímulo da população microbiana, tratos culturais, ou outras medidas de manejo. Segundo Viana et al. (2000), a

decomposição da matéria orgânica pode resultar em produtos que estimulem ou inibam os propágulos do patógeno, o que sugere a necessidade de avaliação criteriosa antes de seu emprego.

Uesugi & Tomita (2001) observaram que a incidência da murcha bacteriana no tomateiro aumentou com o aumento das dosagens do composto orgânico e que os tratamentos com composto esterilizado apresentaram maior incidência de murcha, quando comparados aos tratamentos com composto não esterilizado. Os estudos com a utilização de compostos orgânicos tem demonstrado que a eficiência do controle depende do patossistema, do tipo de composto orgânico incorporado ao solo, da relação carbono-nitrogênio e nível de decomposição, dentre outros fatores (Hoitink & Fahy, 1986; Hoitink & Boehm, 1999). Resíduos orgânicos podem intensificar a atividade microbiana do solo e a competição entre os microrganismos, promovendo a lise de estruturas de patógenos e favorecendo o desenvolvimento das plantas (Cook & Baker, 1983; Huang & Kuhlman, 1991). Alguns resíduos promovem o aumento da incidência de doenças, por prover uma base alimentar, aumentando a sobrevivência do patógeno (Grünwald et al., 2000).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica no controle da murcha bacteriana do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, na Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, BA, no período de abril a agosto de 2003, com temperatura média de 23,08°C, umidade relativa do ar de 88,84 % e luminosidade de 70 %.

Etapa 1. Experimento com adubo verde incubado por 30 dias e compostos orgânicos comerciais.

Foram testados os seguintes compostos orgânicos: 1 - Ecofertil[®], formado por bagaço de cana, esterco de poedeira e de gado fresco e rocha moída (MP4), curtidos (composto comercial); 2 - Cofertil[®], formado por uma mistura de esterco

curtido de gado e de cabra (composto comercial); 3 - Parte aérea fresca e triturada de feijão guandu (*Cajanus cajan*) e 4 - Parte aérea fresca e triturada de crotalária (*Crotalaria juncea*), todos nas concentrações 10, 20 e 30 % (v/v) (Tabela 1). A definição das concentrações da parte aérea de guandu e crotalária foi baseada nos trabalhos de Soares et al. (2002) e Schoenmaker e Ghini (2001).

A matéria fresca da parte aérea de feijão guandu e de crotalária foi triturada em picadeira para forragem, incorporada nas proporções de 10, 20 e 30% (v/v) ao solo infestado com *R. solanacearum* e mantida em sacos plásticos (15 L da mistura/saco) para incubação durante 30 dias. A mistura foi umedecida com água corrente sempre que necessário, para manter a umidade próxima à capacidade de campo. Os compostos comerciais (Ecofertil[®] e Cofertil[®]), por já serem constituídos por matéria orgânica decomposta, foram incorporados ao solo infestado nas mesmas concentrações (10, 20 e 30 % v/v), no dia do plantio das mudas de tomateiro.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos da etapa 1.

Tratamentos	Substrato
Testemunha 1	Solo infestado mantido úmido (incubado)
Testemunha 2	Solo infestado sem incubação
T1	Solo infestado + 10 % guandu
T2	Solo infestado + 20 % guandu
T3	Solo infestado + 30 % guandu
T4	Solo infestado + 10 % crotalária
T5	Solo infestado + 20 % crotalária
T6	Solo infestado + 30 % crotalária
T7	Solo infestado + 10 % Ecofertil [®]
T8	Solo infestado + 20 % Ecofertil [®]
T9	Solo infestado + 30 % Ecofertil [®]
T10	Solo infestado + 10 % Cofertil [®]
T11	Solo infestado + 20 % Cofertil [®]
T12	Solo infestado + 30 % Cofertil [®]

O solo infestado foi retirado da camada de 0 a 20 cm de profundidade do infectário de *R. solanacearum*, Biovar III. O infectário foi formado por canteiros de alvenaria (1,5 m x 8 m), infestados com o patógeno por meio do plantio de mudas de tomateiro inoculadas com *R. solanacearum* (três plantios consecutivos) e incorporação dessas mudas, com sintomas de murcha, ao solo. A homogeneidade de infestação dos canteiros foi comprovada com o plantio de

mudas sadias de tomateiro, cv. Santa Clara e a obtenção de 100 % de incidência de plantas com sintoma de murcha bacteriana. Foi utilizado o solo do infectário para garantir a homogeneidade na infestação e simular as condições de infestação no campo, uma vez que a inoculação do solo com *R. solanacearum* por encharcamento não é um método eficiente de infestação.

Foram utilizadas duas testemunhas: Testemunha 1 - solo retirado da área infestada e mantido úmido por 30 dias (testemunha para os tratamentos com guandu e crotalária) e Testemunha 2 - solo retirado da área infestada no dia do plantio das mudas (testemunha para os compostos orgânicos comerciais) (Tabela 1). As duas testemunhas foram mantidas porque em trabalhos prévios (dados não publicados), observou-se que o fato de manter o solo úmido, por um determinado período de tempo, altera a atividade microbiana do solo.

Para o plantio das mudas, sementes de tomateiro cv. Santa Clara foram semeadas em bandejas plásticas de poliestireno, com 40 células. Aos 20 dias após semeadura, as mudas foram transplantadas para sacos de polietileno com 3 kg de substrato (solo infestado com o patógeno + matéria orgânica). Avaliou-se por um período de 45 dias os sintomas de murcha bacteriana. Para confirmação da murcha bacteriana, foi feito o teste do copo para exsudação bacteriana, nas mudas com sintomas. Para comparação da doença entre tratamentos, foi calculado um índice de doença (ID) em que se levou em conta o período de incubação. Assim, $ID = \text{tempo para aparecimento do sintoma} / \text{período do experimento (45 dias)}$. Avaliou-se também a percentagem de plantas com floração e a matéria seca de parte aérea, no final do período de avaliação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial $4 \times 3 + 2$, quatro substratos, três concentrações e duas testemunhas, com 5 repetições. A parcela experimental foi constituída por um saco de polietileno contendo 2 plantas.

Etapa 2. Experimento com adubo verde incubado por 60 dias.

Os compostos orgânicos testados foram: parte aérea fresca e triturada de feijão guandu (*C. cajan*) e parte aérea fresca e triturada de crotalária (*C. juncea*), nas concentrações 10, 20 e 30 % (v/v), conforme descrito anteriormente.

A matéria fresca do feijão guandu e de crotalária foi incorporada ao solo infestado com *R. solanacearum* e mantida em sacos plásticos (15 L da

mistura/saco) para incubação durante 60 dias, mantendo-se a umidade próxima à capacidade de campo. Como testemunha, utilizou-se solo retirado da área infestada e mantido úmido, nas mesmas condições do solo incubado com os adubos verdes.

Aos 20 dias após a semeadura as mudas foram transplantadas para sacos de polietileno com 3 kg de substrato (solo infestado com o patógeno + matéria orgânica), avaliando-se as mesmas variáveis descritas na primeira etapa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, dois adubos verdes (feijão guandu e crotalária), três concentrações e uma testemunha sem matéria orgânica, com 5 repetições. A parcela experimental foi constituída por um saco de polietileno contendo 2 plantas.

Determinação da comunidade microbiana nos substratos após o plantio do tomateiro.

Para a determinação da comunidade microbiana, 45 dias após o transplante, foram retiradas amostras dos substratos, formando-se uma amostra composta das 5 repetições para cada tratamento. Utilizou-se o método da diluição seriada e plaqueamento em meio de Martin contendo estreptomicina (100 µL/L meio de cultura), para contagem de fungos e meio ágar-nutriente contendo ciclohexamida (100 µL/L meio de cultura) (Klement et al., 1990), para contagem de bactérias. Para cada tratamento fez-se a diluição seriada de 1:10 até 10^{-4} , seguida de plaqueamento (100 µL de cada diluição x 3 repetições) nos meios de cultura, sendo o inóculo espalhado na placa com o auxílio da alça de Drigalski. Para a contagem de fungos foram plaqueadas as diluições de 10^{-2} e 10^{-3} e para a contagem de bactérias foram plaqueadas as diluições de 10^{-3} e 10^{-4} . As placas de Petri foram incubadas em câmara de crescimento de bactérias a 28°C. A contagem de colônias foi feita 24 h após a incubação para bactérias e 48 h para fungos, contando-se 3 placas por diluição, selecionando-se para contagem, a diluição que continha entre 30 e 300 colônias. O cálculo das unidades formadoras de colônias (UFC) foi feito com base no número de colônias, o fator de diluição e o peso do solo seco em estufa.

Quantificação de atividade microbiana (respiração basal).

Para a quantificação de atividade microbiana, avaliou-se a respiração microbiana nos substratos (liberação de CO₂), utilizando-se a metodologia descrita por Isermeyer (1952), citado por Alef e Nannipieri (1995).

Análises estatísticas

As variáveis índice de doença transformado em $\arcsen\sqrt{x}$, matéria seca da parte aérea, número total de unidades formadoras de colônia e respiração bacteriana foram submetidas à análise de variância. Para as variáveis que apresentaram diferença significativa para concentração da matéria orgânica, foi feita a análise de regressão. A comparação das demais variáveis foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Foi utilizado o programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Etapa 1. Adubos verdes incubados por 30 dias e compostos orgânicos comerciais.

Dentre os compostos testados para o controle da murcha bacteriana do tomateiro, a parte aérea do feijão guandu e crotalária, incorporada ao solo infestado com *R. solanacearum*, promoveu o controle da doença em 100 %, para todas as concentrações avaliadas (Tabela 2 e Figura 1). Os tratamentos com guandu e crotalária, independente da concentração, e com Cofertil® (CF) na concentração de 30 %, não diferiram com relação ao índice de doença (Tabela 2).

Nos tratamentos com Cofertil® (CF) foi observado um efeito significativo das concentrações crescentes do composto no controle da doença, obtendo-se menor percentagem de plantas com sintomas de murcha nas concentrações mais elevadas do composto CF, chegando a 100 % de controle na concentração 30 % (Figura 2).

Tabela 2. Índice de doença de plantas de tomateiro ‘Santa Clara’, em resposta a diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica.

Tratamentos	Concentrações			Média
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 A
Crotalária	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 A
Ecofertil	0,332 Ba	0,549 Ba	0,469 Ba	0,450 C
Cofertil	0,306 Bc	0,744 Bb	1,0 Aa	0,683 B
Média	0,659 b	0,823 ab	0,867 a	
Testemunha 1				0,576
Testemunha 2				0,720

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV = 17,43 %.

Testemunha 1 = solo não incubado; testemunha 2 = solo incubado.

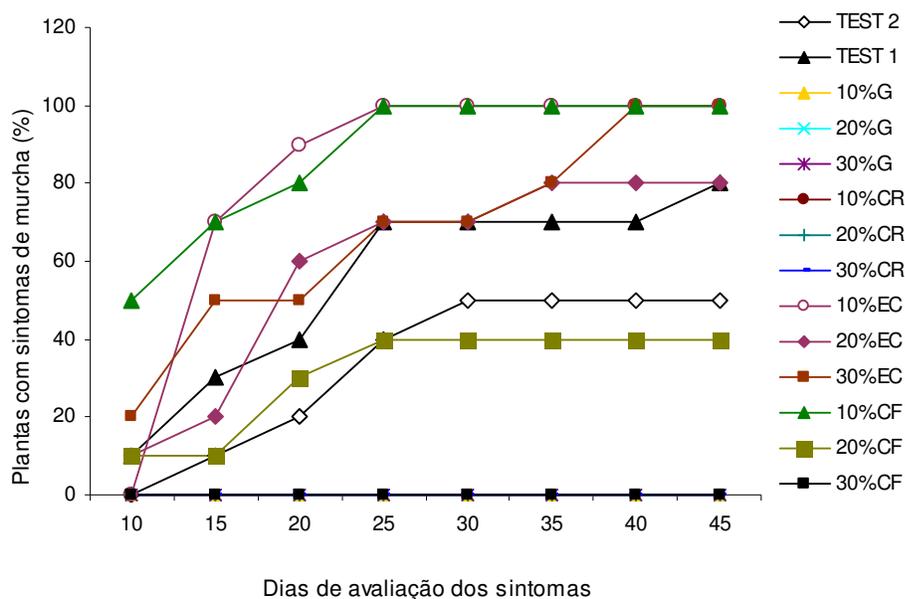


Figura 1. Percentagem de plantas de tomateiro ‘Santa Clara’, com sintomas de murcha bacteriana, 45 dias após o transplante para solo infestado por *R. solanacearum*, após a incorporação de diferentes concentrações de matéria fresca de guandu (*Cajanus cajan*) (G) e crotalária (*Crotalaria juncea*) (CR) e incubação por 30 dias e a incorporação, sem incubação, dos compostos orgânicos Ecofertil® (EC) e Cofertil® (CF). Test 1 (Testemunha sem incubação) e Test 2 (Testemunha com incubação). Destaca-se que as curvas de progresso da doença para os tratamentos com guandu, crotalária e EC 30% encontram-se no eixo das abscissas, devido à taxa zero de doença.

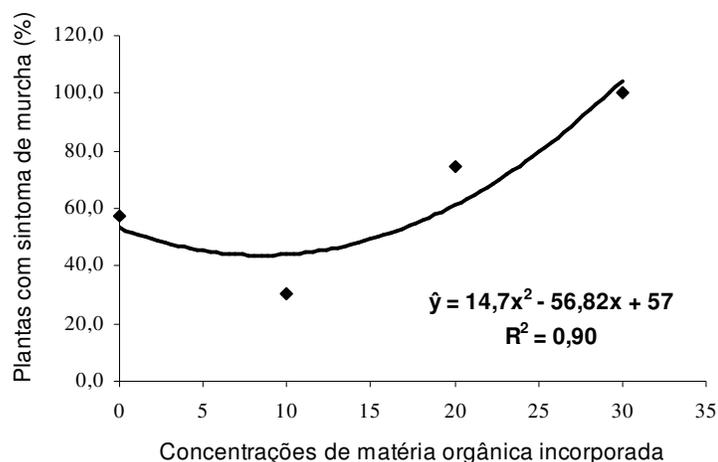


Figura 2. Percentagem de plantas de tomateiro 'Santa Clara' com sintoma de murcha bacteriana, transplantadas para solo infestado com *R. solanacearum*, após a incorporação de diferentes concentrações do composto orgânico Cofertil®.

Apesar do CF na concentração de 30 % ter permitido 100 % de controle da murcha, as plantas não se desenvolveram e nem atingiram a floração (Tabela 3). O baixo desenvolvimento das plantas também foi observado nos tratamentos com o composto EC, com baixa produção de matéria seca das plantas no final do período de avaliação (Tabela 4), demonstrando que esses compostos (CF e EC) não promoveram o crescimento das plantas nas concentrações avaliadas.

Tabela 3. Percentagem de floração de plantas de tomateiro 'Santa Clara', em resposta a diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica.

Tratamentos	Concentrações			
	0 %	10 %	20 %	30 %
Guandu	-	90	80	90
Crotalária	-	90	100	100
Ecofertil	-	0	0	0
Cofertil	-	0	0	0
Testemunha 1	0			
Testemunha 2	30			

Testemunha 1 = solo não incubado; testemunha 2 = solo incubado.

Tabela 4. Matéria seca de parte aérea (g) de plantas de tomateiro 'Santa Clara', em resposta a diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica.

Tratamentos	Concentrações			Média
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	15,75 Aa	12,17 Ab	15,60 Aa	14,30 A
Crotalária	15,49 Ab	14,05 Ab	19,62 Aa	16,65 A
Ecofertil	-	0,67 B	-	0,67 B
Cofertil	-	1,71 Ba	1,26 Ba	1,39 B
Média	15,32 a	9,99 c	12,15 b	
Testemunha 1				7,90
Testemunha 2				1,02

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV = 20,63 %. Testemunha 1 = solo não incubado; testemunha 2 = solo incubado.

Nos tratamentos com os adubos verdes, além de se obter 100 % de controle da murcha bacteriana, o desenvolvimento do tomateiro também foi significativamente superior, independente da concentração utilizada (Tabela 4), o que pode estar associado aos valores mais elevados das características químicas e biológicas dos substratos, proporcionadas pela incorporação desses adubos verdes ao solo. Viana et al. (2000), citam que a incorporação de matéria orgânica enriquece o solo, melhora as características físicas e fornece energia exógena que estimula os microrganismos. Soares et al. (2002), demonstraram um efeito significativo da incorporação da matéria fresca de guandu ao solo, na melhoria das características químicas do solo e no crescimento de mudas de tomateiro.

Com relação à comunidade microbiana dos substratos (Tabela 5), pode-se observar que os tratamentos com guandu e crotalária apresentaram valores mais elevados de unidades formadoras de colônias (UFC) para bactérias, quando comparados aos tratamentos com EC e CF e as testemunhas. Para fungos, foram observados valores mais elevados nos tratamentos com guandu, para todas as concentrações, e crotalária, nas concentrações de 20 e 30 %. A incorporação de guandu e de crotalária ao solo favoreceu o aumento da população microbiana do solo.

Tabela 5. Número total (UFC - unidades formadoras de colônias) de bactérias e fungos nos substratos com incorporação e incubação por 30 dias, de diferentes concentrações da parte aérea de guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*) e com a incorporação dos compostos comerciais Ecofertil® e Cofertil®.

Tratamentos	Quantificação de bactérias (ufc x 10 ⁵ /g solo)			Média
	Concentrações			
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	24,1 Ab	36,9 Aa	33,6 Ba	31,52 B
Crotalária	16,3 Bc	38,0 Ab	55,4 Aa	36,58 A
Ecofertil	2,39 Cb	4,09 Bb	15,2 Ca	7,24 C
Cofertil	2,30 Cb	6,15 Ba	2,68 Dab	3,68 D
Média	11,24 c	21,28 b	26,75 a	
Testemunha 1				2,17
Testemunha 2				2,23
Tratamentos	Quantificação de fungos (ufc x 10 ³ /g solo)			Média
	Concentrações			
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	13,28 Ab	17,18 Aab	21,28 Aa	17,24 A
Crotalária	6,29 Bb	13,77 ABa	16,86 Aa	12,31 B
Ecofertil	3,31 Ba	3,19 Ca	2,20 Ba	2,90 C
Cofertil	3,46 Bb	9,20 BCa	5,04 Bab	5,90 C
Média	6,58 b	10,84 a	11,34 a	
Testemunha 1				6,21
Testemunha 2				3,38

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV Bactérias = 10,66% ; CV Fungos = 30,82%. Testemunha 1 = solo não incubado; testemunha 2 = solo incubado.

O substrato com guandu incorporado apresentou maior quantidade de CO₂ liberado, nas concentrações de 20 e 30 %, o que reflete maior atividade microbiana em relação ao tratamento com a incorporação de crotalária, e todos os tratamentos com os adubos verdes foram superiores à testemunha (Tabela 6). Estas observações reforçam a hipótese de que a atividade microbiana, estimulada pela incorporação dos adubos verdes, pode ter influenciado positivamente no controle da murcha bacteriana do tomateiro, sendo que a parte aérea de feijão guandu favoreceu mais a atividade microbiana do solo. Segundo Cook & Baker (1983) e Huang & Kuhlman (1991), resíduos orgânicos podem intensificar a atividade microbiana do solo e a competição entre os microrganismos, promovendo a lise de estruturas de patógenos e favorecendo o desenvolvimento das plantas.

Tabela 6. Respiração microbiana (CO₂ liberado por grama de solo seco por hora), nos substratos com incorporação e incubação por 30 dias, de diferentes concentrações da parte aérea de guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*).

Tratamentos	Respiração microbiana (CO ₂ (ug)/gSS/h)			Média
	Concentrações			
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	8,52 Ab	13,81 Aa	13,97 Aa	12,10 a
Crotalária	7,11 Aa	6,44 Ba	6,12 Ba	6,56 a
Média	7,81 B	10,13 A	10,04 A	
Testemunha				4,72

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV = 13,37 %.

Uesugi & Tomita (2002), avaliaram um composto, esterilizado e não-esterilizado, formado por bagaço de cana-de-açúcar, terra de barranco, farelo de arroz, resíduo de leguminosa e farelo de mamona, misturado ao Bokashi, incorporado a solo autoclavado nas concentrações de 0, 20, 40, 60, 80 e 100 %. Estes autores observaram um incremento na percentagem de plantas murchas, variando de 40 % a 93,75 %, concluindo que dosagens crescentes de matéria orgânica aumentam a incidência de murcha bacteriana. Foi ainda observado que o composto não esterilizado, apesar de não ser eficiente, apresentou melhores resultados, demonstrando a importância do fator biótico da matéria orgânica no controle da murcha.

No presente trabalho, o controle eficiente da murcha bacteriana com a incorporação de guandu e crotalária ao solo infestado, seguido de incubação deste, pode estar associado ao fato da decomposição da matéria orgânica ter ocorrido no solo infestado, ao invés de ter sido feita a compostagem do material orgânico para depois incorporá-lo ao solo. Dessa forma, toda a complexidade do processo de decomposição da matéria orgânica ocorreu *in situ*, o que pode ter proporcionado maior influência no patógeno e na ação deste no hospedeiro. Estudos futuros deverão analisar o papel da compostagem *in situ*, comparada à incorporação do material já decomposto e prontamente disponível para a planta. Também, tem que se considerar que a espécie vegetal utilizada tem um papel importante no controle de patógenos radiculares (Costa, 2002). Não existe nenhum estudo sobre o uso de guandu e crotalária no controle da murcha bacteriana, apesar de ser bem estudado o efeito da crotalária no controle de fitonematóides, o qual varia com as espécies de crotalária utilizadas (Wang et al., 2002).

Etapa 2. Experimento com adubo verde incubado por 60 dias.

Os tratamentos com 10 % da parte aérea de guandu e de crotalária não controlaram a murcha e, no tratamento com crotalária, observou-se um aumento na incidência da doença (Figura 3 e Tabela 7). Por outro lado, as concentrações de 20 e 30 % destes adubos verdes permitiram 100 % de controle. Possivelmente, nos substratos com 10 % desses adubos verdes, ocorreu à decomposição mais rápida da matéria orgânica, por estes apresentarem menor quantidade de massa verde, alterando assim, os fatores envolvidos no processo de decomposição que afetam a população dos microrganismos residentes do solo e a atuação da fitobactéria no hospedeiro. A resposta do patógeno pode ser variável em função do tipo de material orgânico incorporado ao solo, da sua relação carbono-nitrogênio e do nível de decomposição, dentre outros fatores (Hoitink & Fahy, 1986).

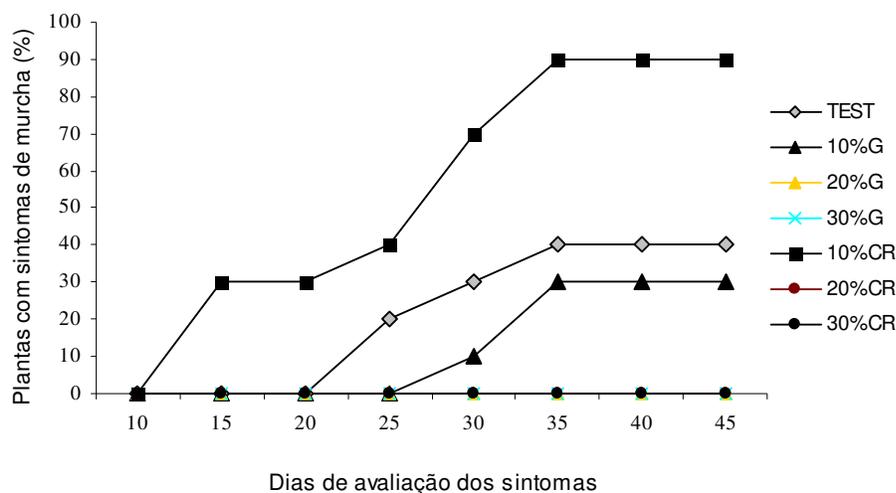


Figura 3. Percentagem de plantas de tomateiro 'Santa Clara', com sintomas de murcha bacteriana, 45 dias após o transplante para solo infestado com *R. solanacearum*, após a incorporação de diferentes concentrações de matéria fresca de guandu (*Cajanus cajan*) (G) e crotalária (*Crotalaria juncea*) (CR) e incubação por 60 dias. Destaca-se que as curvas de progresso da doença para os tratamentos com guandu, crotalária nas concentrações de 20 e 30 % encontram-se no eixo das abscissas, devido à taxa zero de doença.

Tabela 7. Índice de doença de plantas de tomateiro ‘Santa Clara’, em resposta a diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica.

Tratamentos	Concentrações			Média
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	0,900 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	0,966 A
Crotalária	0,538 Bb	1,0 Aa	1,0 Aa	0,846 B
Média	0,719 b	1,0 a	1,0 a	
Testemunha				0,847

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os valores obtidos para a respiração microbiana e quantificação da população microbiana nesses substratos foram mais baixos na concentração de 10 % para guandu, quando comparados para as diferentes concentrações avaliadas (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8. Número total (UFC - unidades formadoras de colônias) de bactérias e fungos nos substratos com incorporação e incubação por 60 dias, de diferentes concentrações da parte aérea de guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*).

Tratamentos	Quantificação de bactérias (ufc x 10 ⁵ /g solo)			Média
	Concentrações			
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	17,08 Ac	55,51 Aa	33,53 Ab	35,37 A
Crotalária	25,17 Aab	37,76 Ba	14,25 Bb	25,73 B
Média	21,12 b	46,64 a	23,89 b	
Testemunha				2,17
Tratamentos	Quantificação de fungos (ufc x 10 ³ /g solo)			
Guandu	10,97Ac	47,50 Ba	91,89 Ab	50,12 A
Crotalária	5,65 Ab	115,29 Aa	5,32 Bb	42,09 B
Média	8,31 c	81,40 a	48,61 b	
Testemunha				6,01

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV Bactérias = 22,32% ; CV Fungos = 12,46 %.

De acordo com Moreira e Siqueira (2002), o CO₂ evoluído é um parâmetro de avaliação da decomposição da matéria orgânica e a fração da matéria orgânica formada por substratos prontamente decomponíveis se transforma rapidamente em CO₂ e biomassa microbiana, sendo em seguida transformados os componentes mais resistentes. A biomassa microbiana também é reciclada após a morte das células, servindo de substrato para outros microrganismos e para as plantas. Contudo, os valores obtidos para evolução de CO₂ não variaram nos substratos com a incorporação de crotalária e na comparação feita entre os

substratos com guandu e crotalária (Tabela 9), sugerindo que apenas as características de evolução de CO₂ (atividade microbiana) e população microbiana do solo não explicam os resultados obtidos com o controle da doença e que outros fatores além da microbiota do solo devem estar envolvidos. Hornby (1990), cita que a atividade da comunidade microbiana através da competição, antibiose e lise de propágulos e a liberação de metabólitos tóxicos pelos resíduos são possíveis mecanismos de ação da matéria orgânica sobre fitopatógenos.

Tabela 9. Respiração microbiana (CO₂ liberado por grama de solo seco por hora), nos substratos com incorporação e incubação por 60 dias, de diferentes concentrações da parte aérea de guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*).

Tratamentos	Respiração microbiana (CO ₂ (ug)/gSS/h)			Média
	Concentrações			
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	6,26 Ab	7,20 Ab	14,66 Aa	9,37 A
Crotalária	7,35 Aa	9,04 Aa	8,34 Ba	8,24 A
Média	6,81 b	8,12 b	14,66 a	
Testemunha				5,06

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = 22,72 %.

Com relação ao desenvolvimento das plantas, ambos os adubos verdes promoveram incrementos significativos na produção de matéria seca, quando comparados ao tratamento sem a incorporação destes, não diferindo, contudo, entre as concentrações avaliadas e entre os tratamentos com crotalária e guandu (Tabela 10). O bom desenvolvimento das plantas também pode ser observado na percentagem de floração, com exceção do tratamento com crotalária 10 %, que apresentou maior incidência de doença (Tabela 11). A ausência de um efeito significativo das concentrações da matéria orgânica incorporada, na promoção de crescimento das plantas pode ter ocorrido devido à limitação de espaço no recipiente utilizado para crescimento das plantas.

De acordo com Uesugi & Tomita (2001), o uso de 20 a 100 % de matéria orgânica é possível para substratos de sementeiras ou para cultivo hidropônico. Estes autores destacam que, para cultivos em campo, a incorporação economicamente viável de matéria orgânica está próxima de 2 %. No presente trabalho, observou-se que 10 % (v/v) de matéria orgânica fresca de guandu e crotalária, quando incubada por 60 dias, não foi eficiente no controle da murcha bacteriana. Entretanto, a incorporação economicamente viável de adubos verdes

pode envolver percentagens mais elevadas de matéria orgânica, uma vez que estes são produzidos na área do produtor.

Tabela 10. Matéria seca de parte aérea (g) de plantas de tomateiro 'Santa Clara', em resposta a diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica.

Tratamentos	Concentrações			Média
	10 %	20 %	30 %	
Guandu	15,95 Aa	12,95 Aa	13,99 Aa	14,27 A
Crotalária	9,82 Aa	9,11 Aa	16,20 Aa	12,40 A
Média	14,72 a	10,82 a	15,09 a	
Testemunha				3,40

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = 44,12 %.

Tabela 11. Percentagem de floração de plantas de tomateiro 'Santa Clara', em resposta a diferentes fontes e concentrações de matéria orgânica.

Tratamentos	Concentrações			
	0 %	10 %	20 %	30 %
Guandu	-	70	70	100
Crotalária	-	0	60	100
Testemunha	0			

Foi demonstrado que a incorporação da parte aérea de guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*) ao solo promove 100 % de controle da murcha bacteriana do tomateiro, podendo esta ser considerada uma estratégia para o controle da murcha bacteriana. Contudo, novos estudos deverão ser conduzidos para se avaliar o efeito destes adubos verdes e de suas concentrações em condições de campo, no controle da murcha bacteriana durante todo o ciclo da cultura. Destaca-se que estas são fontes de matéria orgânica de baixo custo e de fácil acesso para o produtor, que contribuem significativamente para a melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo e o desenvolvimento da planta. Na recomendação dos adubos verdes, deve-se levar em consideração que a crotalária é indicada para o controle de fitonematóides, como por exemplo, *Meloidogyne* sp., que afetam a cultura do tomateiro, enquanto que o guandu é considerado suscetível (Mondardo et al., 1981).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alef, K.; Nannipieri, P. **Methods in applied microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995, 576 p.
2. Assunção, I.P. et al. Caracterização de solos de Pernambuco quanto a supressividade à murcha-de-fusário do caupi. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.29, n.2, p.161-167. 2003.
3. Cook, R.J.; Baker, K.F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1983. 53p.
4. Costa, J.L. da S. Reconstrução do solo e manejo de culturas no controle de podridões radiculares em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, supl., p.37-38. 2002. (Mesa redonda).
5. Ghini, R.; Zaroni, M.M.H. Relação entre coberturas vegetais e supressividade de solos a *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.10-15. 2001.
6. Grünwald, N.J.; Hu, S.; Bruggen, A.H.C. Short-term cover crop decomposition in organic and conventional soils: characterization of soil C, N, microbial and plant pathogen dynamics. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.106, p.37-50, 2000.
7. Huang, J.W.; Kuhlman, E.G. Mechanisms inhibing damping-off pathogens of slash pine seedlings with a formulation soil amendment. **Phytopathology**, St. Paul, v.81, p.171-177, 1991.
8. Hoitink, H.A.J; Fahy, P.C. Basis for control of soil borne plant pathogens with composts. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.24, p.93-114, 1986.

9. Hoitink, H.A.J.; Boehm, M.J. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. **Annual Review of Phytopathology**. Palo Alto, v.7, p. 427-446, 1999.
10. Hornby, D. **Biological control of soilborne plant pathogens**. Wallingford: CAB International, 1990, 479p.
11. Klement, Z.; Rudolph, K.; Sands, D.C. **Methods in phyto bacteriology**. Budapest: Akadémiai Kiado, 1990. 468p.
12. Lopes, C. A.; Santos, J. R. M. dos. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CNPB, 1994. 61p.
13. Michereff, S. J. et al. Manejo sustentável de doenças radiculares em solos tropicais. In: Michereff, S. J.; Barros, R. (Eds.). **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE, p.15-70. 2001.
14. Mondardo, E.; Moraes, O. de; Morel, D. A.; Miura, L.; Schmitt, A. T. **Leguminosas para adubação verde em solos arenosos do sul de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1981. 13p. (EMPASC, Comunicado Técnico, 43).
15. Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. Matéria Orgânica do Solo. In: Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. (Eds.). **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: Editora UFLA, p.191-241. 2002,
16. Nelson, P.E. Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. In: Mace, M.E.; Bell, A.A.; Beckman, C.H. (Eds.). **Fungal wilt diseases of plants**. New York: Academic Press, 1981, p.51-80.
17. Reifschneider, F. J. B.; Takatsu, A. *Pseudomonas solanacearum* no Brasil: aspectos macroepidemiológicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, n.2, p.213. 1985.

18. Romeiro, R. S. **Bactérias fitopatogênicas**. Viçosa: UFV, 1995. 281 p.
19. SAS Institute Inc. **SAS/STAT** User's Guide. v.8.0. v.1. Cary NC: Sas Institute, Inc., 2000.
20. Schoenmaker, I.A.S.; Ghini, R. Biofumigação do solo para o controle de *Pythium* spp. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.27, n.3, p. 308-309, 2001.
21. Soares, A.C.F.; Santiago, D; Souza, I.C.C.; Garrido M.S. Produção de mudas de tomateiro em substratos com diferentes proporções de matéria fresca de guandu (*Cajanus cajan*). In: FERTBIO 2002, Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 25., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2002. 1 CD-ROM.
22. Uesugi, C.H.; Tomita, C.K. Murcha bacteriana. **Revista Cultivar HF**, Pelotas, RS, ano 2, n.11, p.12-14, dez. 2001/ jan.2002.
23. Viana, F.M.P. et al. Controle do tombamento de plântulas de feijoeiro causado por *Sclerotinia sclerotiorum* com a incorporação de matéria orgânica ao substrato. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.26, n.1, p. 95-97, 2000.
24. Wang, K-H.; Sipes, B. S.; Schmitt, D.P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v. 32, p. 35-57, 2002.

CAPÍTULO 2

SELEÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE TOMATEIRO E SEU USO NO CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA ²

²Artigo submetido ao Comitê Editorial do Periódico *Summa Phytopathologica*

Seleção de porta-enxertos de tomateiro e seu uso no controle da murcha bacteriana

RESUMO

A suscetibilidade do tomateiro à murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) leva a perdas variáveis que vão de 10 a 100 % na produção e uma das alternativas de controle que vem sendo utilizada é a enxertia com porta-enxerto resistente. Este trabalho teve como objetivo avaliar genótipos de tomateiro quanto à resistência a *R. solanacearum* e a enxertia como alternativa para o controle da murcha bacteriana do tomateiro na região de Cruz das Almas, BA. Para avaliação da resistência a *R. solanacearum*, utilizaram-se quatro genótipos de tomateiro silvestres coletados em diferentes regiões da Bahia, a cv. Santa Clara como testemunha suscetível e o híbrido Hawaii 7996 como testemunha resistente. Para a avaliação da enxertia no controle da murcha bacteriana do tomateiro, utilizou-se como porta-enxerto o híbrido Hawaii 7996 e como enxerto as cultivares Santa Clara, Santa Cruz Kada e Débora Plus. Os dois experimentos foram avaliados em infectário de *R. solanacearum*, por um período de 65 dias, para a seleção de porta-enxertos e 45 dias para a avaliação da enxertia, observando-se o sintoma de murcha bacteriana. Apenas o híbrido Hawaii 7996 pode ser recomendado como porta-enxerto resistente a *R. solanacearum*. Os demais genótipos apresentaram suscetibilidade ao patógeno. A enxertia com esse híbrido não apresentou incompatibilidade com as cultivares avaliadas e promoveu 100 % de controle da murcha bacteriana, em todos os tratamentos, sugerindo que essa técnica pode ser utilizada como método alternativo de controle da murcha bacteriana, permitindo a produção de cultivares comerciais de tomateiro, suscetíveis à doença, em áreas infestadas com *R. solanacearum*.

Palavras-chave adicionais: *Lycopersicon esculentum*, *Ralstonia solanacearum*, fenda cheia, Hawaii 7996.

Selection of tomato rootstocks and its use for the control of bacterial wilt disease

ABSTRACT

Tomato plants are susceptible to the bacterial wilt, which causes production losses varying from 10 to 100 %. A method for controlling this disease is the use of grafting with resistant rootstocks. This work had the objective of evaluating tomato genotypes for the resistance to *R. solanacearum* and the grafting technique as an alternative for the bacterial wilt control in the region of Cruz das Almas, State of Bahia, Brazil. To evaluate the resistance to *R. solanacearum*, four local genotypes, collected in different regions of Bahia, the cv. Santa Clara as a susceptible treatment, and the hybrid Hawaii 7996, as a resistant treatment were studied. For the evaluation of grafting method for control of bacterial wilt, the hybrid Hawaii 7996 was used as rootstock, and the cv. Santa Clara, Santa Cruz Kada, and Débora Plus were used as the scion plants. Both experiments were evaluated in an area infested with *R. solanacearum*, for a period of 65 days for the selection of the rootstocks and 45 days for the evaluation of the grafting method. Only the hybrid Hawaii 7996 can be recommended as a *R. solanacearum* resistant rootstock. The other the genotypes showed susceptibility to the pathogen. The grafting with the hybrid Hawaii 7996 did not show incompatibility with the scion tomato cultivars tested and gave 100 % control of the bacterial wilt disease, for all treatments, suggesting that this method can be used as an alternative for the bacterial wilt control, allowing the production of susceptible tomato cultivars in areas infested with *R. solanacearum*.

Additional keywords: *Lycopersicon esculentum*, *Ralstonia solanacearum*, clestgrafting, Hawaii 7996.

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) no Brasil, é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas, sendo produzido em quase todos os Estados. No entanto, é comumente atacado por diversas doenças, sendo as bacterioses, responsáveis por grandes prejuízos (Peixoto, 1997). Dentre essas bacterioses, a murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith) Smith é a mais importante, podendo causar perdas variáveis de 10 a 100 % na produção (Lopes, 1994), principalmente nas condições de temperatura acima de 25°C, em solos úmidos, com pH abaixo de 7,0 (Lopes & Santos, 1994), baixa intensidade de luz e dias curtos (Noda et al., 1986).

A bactéria *R. solanacearum* é cosmopolita, extremamente variável e adaptada a um grande número de plantas hospedeiras (cerca de 53 famílias botânicas), sob as mais variadas condições edafoclimáticas (Takatsu & Lopes, 1997; Hayward, 1994). É nativa da maioria dos solos brasileiros, sendo mais comum em solanáceas e musáceas (Tokeshi & Carvalho, 1980).

A penetração de *R. solanacearum* no hospedeiro ocorre através de ferimentos ou aberturas naturais, principalmente nas raízes, obstruindo os vasos transportadores de água e seiva, provocando o sintoma externo de murcha (Robbs, 1983; Takatsu et al., 1984). O seu controle é extremamente difícil, principalmente devido à ampla gama de hospedeiros, alta variabilidade genética e sobrevivência do patógeno no solo por longos períodos (Reifschneider & Takatsu, 1985; Takatsu et al., 1984). As principais medidas preconizadas para o controle do patógeno incluem medidas preventivas ou culturais visando impedir ou retardar o aparecimento do patógeno na cultura (Silveira et al., 1996).

Como alternativa de controle de patógenos radiculares, a enxertia em solanáceas como tomate, berinjela e pimentão e cucurbitáceas tais como pepino, melão e melancia, tem sido bastante utilizada (Kawaide, 1985; Gómez, 1997). Este 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 funções normais de absorção de água e nutrientes do solo (Peil, 2003).

Em solanáceas, especialmente na cultura do tomate, Lee (1994), Oda (1995) e Gómez (1997) citam que a enxertia tem sido utilizada visando o controle de doenças causadas por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Verticillium dahliae*, *R. solanacearum*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis* – *lycopersici*, nematóides e o vírus ToMV.

Tomates selvagens com alto nível de resistência à murcha bacteriana foram usados como porta-enxertos de cultivares chinesas. Os porta-enxertos 'CH-2-26', 'CH-2-25' e 'CH-2-21' promoveram o controle de 100 %, 86,7 % e 80 % respectivamente, retardando o aparecimento da doença ao 25º e 40º dias, em comparação com os pés-francos (Lu et al., 1992).

Na região Norte do Brasil, onde as cultivares de tomate não têm apresentado boa tolerância a *R. solanacearum*, tem-se empregado com vantagem, a enxertia sobre espécies do gênero *Solanum*, como jurubeba (*S. jurubeba*) e juna (*S. toxicarium*) (Robbs, 1985; Tokeshi & Carvalho, 1980).

Na região do Recôncavo da Bahia, a murcha em solanáceas como tomateiro, berinjela e pimentão, causada pela bactéria *R. solanacearum* biovar III, tem inviabilizado o cultivo de solanáceas em muitas áreas e ainda não existem estudos mostrando a viabilidade da enxertia com porta-enxerto resistente no controle dessa doença para essa região.

Considerando esses aspectos, este trabalho teve como objetivo avaliar genótipos silvestres e regionais de tomateiro quanto à resistência a *R. solanacearum* e a enxertia para o controle da murcha bacteriana do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Fitotecnia da Escola de Agronomia da UFBA, Cruz das Almas, BA, no período de outubro de 2003 a janeiro de 2004, com temperatura de 24,77°C e umidade média de 78,40 %, sob condições de irrigação por microaspersão.

1. Seleção dos porta-enxertos resistentes à murcha bacteriana.

Os genótipos avaliados foram de seis seleções de tomateiro: a cultivar Santa Clara (SC), como testemunha suscetível, o híbrido Hawaii 7996 (HW 7996) do Asian Vegetable Research and Development Center – AVRDC em Taiwan,

como testemunha resistente e quatro genótipos silvestres regionais: redondo tipo cereja de Barreiras, BA (RBA), redondo tipo cereja de Cruz das Almas (RCA), periforme de Cruz das Almas (PCA) e periforme tipo Lampadinha de Amargosa, BA (PLA). O SC e HW7996 são classificados como *Lycopersicon esculentum*, os silvestres RBA e RCA como *L. esculentum* var. *cerasiforme* e os silvestres PCA e PLA como *L. pimpinellifolium*, de acordo com a taxonomia descrita por Rick et al. (1990).

Para a obtenção das mudas, foi feita a semeadura dos diferentes genótipos em copos descartáveis (3 sementes/copo) com 200 mL do substrato Plantmax®, com desbaste 8 dias após a germinação, deixando-se apenas uma planta por copo e estas foram mantidas em viveiro, sendo irrigadas diariamente com água corrente.

Trinta e cinco dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para o infectário de *R. solanacearum*, biovar III. Utilizou-se o espaçamento de 20 cm entre plantas, 90 cm entre linhas e 30 cm afastadas da parede do canteiro. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 tratamentos e 6 repetições, sendo as parcelas constituídas por 5 plantas, totalizando 30 plantas por tratamento. Foi avaliado o sintoma de murcha bacteriana nas plantas de tomateiro, em dias alternados, por um período de 65 dias.

Foram calculados os índices da doença (dia do aparecimento do sintoma / 65 dias), sendo estes transformados em $\arcsen\sqrt{x}$ e submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade de erro. O modelo monomolecular $y(t) = 1 - [(1-y_i) \exp(-r.t)]$ foi ajustado aos dados da curva de progresso da doença (proporção de plantas murchas x dias após plantio) por meio de regressão não-linear com o utilitário Statistica 5.0. A regressão foi feita através do método Quase-Newton, que estima assintoticamente as derivadas de segunda ordem (parciais) da função de perda (perda = (observado – previsto)²) e as usa para determinar o movimento dos parâmetros de iteração a iteração. A adequação do modelo foi decidida com base no coeficiente de determinação entre valores observados e valores previstos e na existência ou não de padrões no gráfico de resíduos versus valores previstos (1). As equações com coeficiente de determinação razoáveis (> 0,900) foram aceitas como apropriadas apenas quando seus gráficos de resíduos versus valores previstos não apresentavam padrões detectáveis. As taxas de progresso da doença (r) do modelo

monomolecular foram consideradas apenas para as equações que apresentaram bom ajuste. Baseado no tipo do patossistema e no tipo de inoculação do patógeno foi feito o ajuste das curvas de progresso da doença para o modelo monomolecular.

2. Avaliação da enxertia com porta-enxerto resistente no controle da murcha bacteriana.

Como porta-enxerto utilizou-se o híbrido Hawaii 7996, resistente à murcha bacteriana, obtido do AVRDC em Taiwan e como enxerto foram utilizadas 3 cultivares comerciais suscetíveis a *R. solanacearum*, cv. Santa Clara, cv. Santa Cruz Kada e o híbrido Débora Plus.

Para a produção das mudas de tomateiro, utilizou-se como substrato uma mistura de Plantmax[®] e areia lavada, na proporção 2:1 (v:v). As mudas do porta-enxerto (híbrido Hawaii 7996) foram produzidas em sacos pretos de polietileno com 500 mL de substrato e as mudas dos enxertos ('Santa Clara', 'Santa Cruz Kada' e 'Débora Plus') foram produzidas em copos descartáveis com 300 mL de substrato, 8 a 10 dias após a semeadura do porta-enxerto, conforme recomendações de Yoshioca et al. (1985). As mudas a serem utilizadas como testemunhas pés-francos (cv. Santa Clara, cv. Santa Cruz Kada, híbrido 'Débora Plus' e o híbrido Hawaii 7996), foram semeadas no mesmo dia do porta-enxerto, também em sacos de polietileno com 500 mL do mesmo substrato.

A enxertia foi realizada com os porta-enxertos apresentando 5 a 6 folhas verdadeiras (30 dias após semeadura) e o enxerto com 3 a 4 folhas verdadeiras (20 dias após semeadura), conforme descrito por Yamakawa (1982). O método utilizado foi fenda cheia, que consiste 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, acima das folhas cotiledonares, deixando de 3 a 4 folhas verdadeiras. Os cortes para enxertia foram feitos com um bisturi, desinfetado com álcool 70 %, após cada planta. Utilizou-se para amarrar fitas do plástico Parafilm M[®] (American National Can, Neenah, WI), o qual, devido a sua elasticidade, permitiu melhor união e proteção do ponto de enxertia, rompendo-se espontaneamente após o intumescimento do caule, em virtude da cicatrização, facilitando a sua retirada após o pegamento e evitando injúrias à planta.

Após a enxertia, as plantas foram mantidas em câmara úmida, em viveiro com luminosidade de 50 %. A estrutura da câmara úmida teve as seguintes características: duas bancadas de madeira com 1,0 m de largura, 3,0 m de comprimento, 0,80 m de altura e 0,50 m entre bancadas, cobertas com plástico transparente preso numa armação em arco com 1,20 m de altura, feita com tubo PVC ½ polegada. As bancadas foram cobertas com plástico preto e jornal, colocando-se também copos descartáveis com água, espalhados entre as plantas, com o objetivo de manter a umidade do ar em torno de 90 %. As mudas enxertadas permaneceram na câmara úmida por 10 dias e durante esse período foi feito o arejamento da câmara, com o levantamento das laterais do plástico transparente e foi mantida a umidade relativa do ar alta, borrifando as plantas e molhando os jornais, 4 vezes ao dia.

No quinto dia após enxertia, as mudas foram adubadas com 50 mL/muda de solução nutritiva de Hoagland e no décimo dia, o plástico transparente foi retirado, deixando-se as mudas apenas com o sombrite de 50 %, para aclimação.

Quatro dias após a aclimação, as mudas foram transplantadas para o infectário, formado por canteiros de alvenaria (1,5 m x 8 m), previamente infestados com o patógeno, através do plantio de mudas de tomateiro inoculadas com *R. solanacearum*, biovar III (três plantios consecutivos) e incorporação dessas mudas com sintomas de murcha ao solo. Antes da implantação deste experimento, a homogeneidade de infestação dos canteiros foi comprovada com o plantio de mudas sadias de tomateiro, cv. Santa Clara e a obtenção de 100 % de incidência de murcha bacteriana.

Antes do transplante das mudas, cada canteiro foi adubado com 1500 g de superfosfato simples, 333 g de cloreto de potássio e 111 g de uréia. O espaçamento utilizado foi 0,90 m entre fileira simples e 0,30 m entre plantas. Os sintomas de murcha bacteriana foram avaliados por um período de 45 dias.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 7 tratamentos, 4 repetições e 5 plantas por parcela. Os tratamentos foram: as combinações 'HW7996'-'Santa Clara'; 'HW7996'-'Santa Cruz Kada'; 'HW7996'-'Débora Plus' e os pés-francos 'Santa Clara' (Testemunha suscetível); 'Santa Cruz Kada' (Testemunha suscetível); 'Débora Plus' (Testemunha suscetível) e HW 7996 (Testemunha resistente).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Seleção dos porta-enxertos resistentes à murcha bacteriana.

Dentre os materiais testados, o híbrido Hawaii 7996, proveniente de Taiwan, não apresentou o sintoma de murcha até o final do ciclo, confirmando a sua resistência a *R. solanacearum*, (Figura 1, Tabela 1).

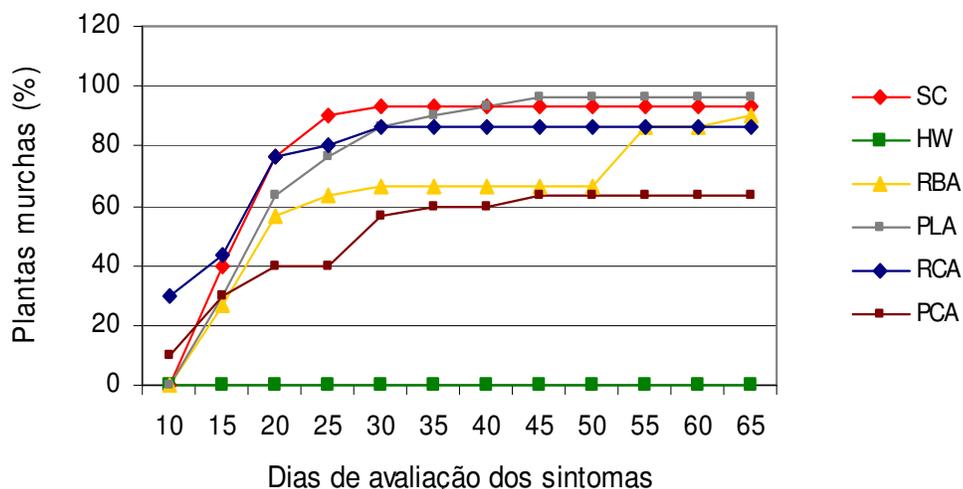


Figura 1. Incidência da murcha bacteriana (%) para a cultivar Santa Clara (SC), híbrido Hawaii 7996 (HW), silvestre redondo de Barreiras, BA (RBA), silvestre periforme Lampadinha de Amargosa, BA (PLA), silvestre redondo de Cruz das Almas, BA (RCA) e silvestre periforme de Cruz das Almas, BA (PCA).

A cultivar Santa Clara (SC) e os genótipos silvestres periforme Lampadinha Amargosa (PLA) e redondo Cruz das Almas (RCA) apresentaram os índices de doença mais baixos, que correspondem às maiores taxas de progresso da doença observadas (Tabela 1), sendo agrupados como os mais suscetíveis à doença. Os genótipos silvestres periforme Cruz das Almas (PCA) e redondo Barreiras (RBA) apresentaram índices superiores, correspondendo a menor taxa de progresso da doença, sendo agrupados como menos suscetíveis (Tabela 1). A cultivar comercial Santa Clara apresentou 40 % de plantas murchas aos 15 dias, chegando a 93 % de incidência de murcha aos 30 dias após o transplante, confirmando a sua elevada suscetibilidade ao patógeno (Figura 1).

Tabela 1. Intensidade da murcha bacteriana em diferentes genótipos de tomateiro, avaliados em infectário, Cruz das Almas, Bahia.

Tratamentos	Índice ¹ (%)	TPD ²	R ²
Hawaii 7996 (HW)	1,00 a	0	-
Piriforme Cruz das Almas (PCA)	0,535 b	0,028	0,942
Redondo Barreiras (RBA)	0,474 b	0,066	0,965
Periforme Lampadilha Amargosa (PLA)	0,346 c	0,095	0,993
Redondo Cruz das Almas (RCA)	0,338 c	0,086	0,940
cv. Santa Clara (SC)	0,322 c	0,133	0,986
CV %	13,15	-	-

¹ Índice da doença. Dados originais apresentados. Para efeito de análise, os dados foram transformados em $\arcsen\sqrt{x}$. ² Taxa de progresso da doença.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Os genótipos silvestres RCA e PLA apresentaram 87 % de incidência de murcha aos 30 dias, sendo que o RCA manteve esse índice até o final do período de avaliação e o PLA aumentou o índice de murcha para 97 %. O genótipo silvestre PCA teve um início precoce dos sintomas, com 10 % de murcha aos 10 dias após a avaliação. Contudo, este atingiu a incidência de 57 % de murcha aos 30 dias de avaliação e de 63 % de murcha no final do período de avaliação, o que corresponde também a uma taxa de progresso de doença mais baixa, sendo 4,75, 3,39 e 3,07 vezes inferior às taxas de progresso observadas para a cv. Santa Clara, PLA e RCA, respectivamente, os quais foram agrupados como os mais suscetíveis.

Embora tenha sido detectada variação na reação dos genótipos à murcha, apenas o híbrido Hawaii 7996 pode ser recomendado como porta-enxerto resistente a *R. solanacearum*. Os demais genótipos avaliados não devem ser recomendados devido à suscetibilidade a *R. solanacearum*.

De acordo com Morgado et al. (1992), Quezado-Soares & Lopes (1994) e Martins et al. (1998), existem muitos estudos sobre a avaliação de genótipos de tomateiro e berinjela quanto à resistência a murcha bacteriana para programas de melhoramento genético. Com relação a esses genótipos silvestres, não foram encontrados relatos quanto a sua resistência à murcha e viabilidade de utilização como porta-enxerto no controle da murcha bacteriana.

2. Avaliação da enxertia com porta-enxerto resistente no controle da murcha bacteriana.

A percentagem de pegamento das mudas enxertadas no viveiro foi de 93,4 % para todos os enxertos ('Santa Clara', 'Santa Cruz Kada' e 'Débora Plus'). Com relação ao transplante para os canteiros, apenas duas plantas (num total de 60 plantas enxertadas) morreram devido à quebra no ponto de enxertia, sugerindo a necessidade de tutoramento das plantas no momento do transplante.

Foi utilizado apenas o híbrido 'HW 7996' como porta-enxerto, uma vez que os outros genótipos apresentaram suscetibilidade à murcha bacteriana. A enxertia com esse híbrido promoveu 100 % de controle da murcha bacteriana em todos os tratamentos, demonstrando a viabilidade da enxertia como uma alternativa para o controle da murcha bacteriana (Figura 2).

As plantas enxertadas atingiram o estágio de produção de frutos (dados não apresentados), enquanto que os pés-francos de 'Santa Clara', 'Santa Cruz Kada' e 'Débora Plus', apresentaram 100 % de incidência de murcha bacteriana (Figura 2). Dentre os tratamentos testemunhas suscetíveis, a cultivar Santa Clara foi a primeira a apresentar os sintomas de murcha, aos 11 dias após transplante para o infectário, seguida de 'Débora Plus', aos 14 dias, e 'Santa Cruz Kada', aos 17 dias (Figura 2).

No infectário foi observada a ocorrência de manchas foliares causada por *Stemphylium solani* e *Alternaria solani*, murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii*) e formação de galhas causadas por *Meloidogynes incognita*. No híbrido Hawaii 7996 também foi observada a ocorrência de murcha de esclerócio e de galhas causadas por *Meloidogynes incognita*, mostrando a suscetibilidade deste híbrido a estas doenças. No entanto, este não apresentou manchas foliares.

A enxertia vem sendo empregada na olericultura para as plantas das famílias *Solanaceae* e *Cucurbitaceae* por conferir-lhes resistência aos patógenos de solo, possibilitando o cultivo em áreas infestadas. Apesar de muito utilizada em países como Japão, Holanda e Espanha, o uso da enxertia na produção comercial de mudas de hortaliças no Brasil é uma técnica recente (Peil, 2003). Produtores paulistas de pepino japonês já adotam a enxertia como uma alternativa de produção para reduzir as perdas ocasionadas por fungos do solo e nematóides (Cañizares e Goto, 1999).

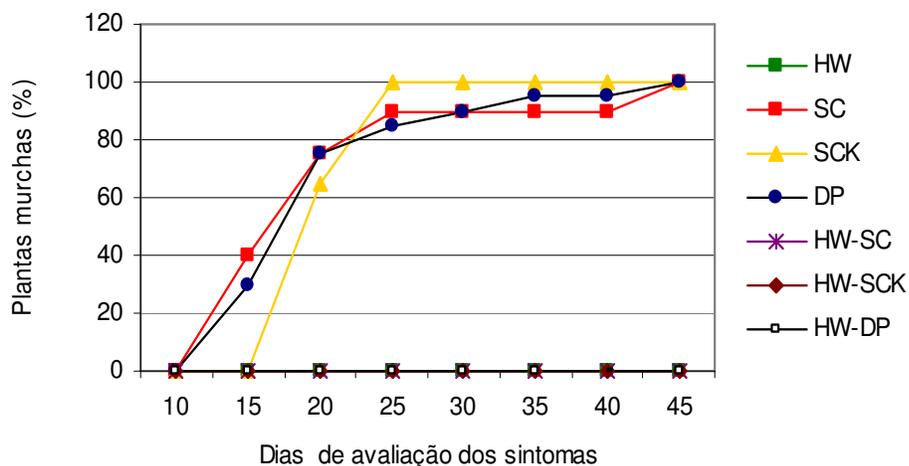


Figura 2. Incidência da murcha bacteriana (%) para os pés-francos híbrido Hawaii 7996 (HW), cv. Santa Clara (SC), cv. Santa Cruz Kada (SCK), cv. Débora Plus (DP) e as plantas enxertadas nas combinações HW-SC, HW-SCK e HW-DP, plantados no infectário de *R. solanacearum*, em Cruz das Almas, BA. Destaca-se que as curvas para o HW e as plantas enxertadas estão no eixo das abscissas, visto que a taxa de progresso de doença foi zero.

Tomates selvagens com alto nível de resistência à murcha bacteriana foram usados como porta-enxertos de cultivares chinesas e os porta-enxertos 'CH-2-26', 'CH-2-25' e 'CH-2-21' promoveram o controle de 100 %, 86,7 % e 80 % respectivamente, retardando o aparecimento da doença ao 25^o e 40^o dias, em comparação com os pés-francos (Lu et al., 1992).

Foi demonstrada a viabilidade da enxertia como método alternativo de controle da murcha do tomateiro, com o híbrido Hawaii 7996, permitindo a produção de cultivares comerciais, suscetíveis à doença, em áreas infestadas com *R. solanacearum*.

Contudo, deve-se ressaltar que, devido à variabilidade genética de patógenos do solo, a busca por porta-enxertos ou variedades comerciais resistentes deve ser constante, pois o fracasso de um determinado porta-enxerto pode ocorrer devido a problemas ocasionados pelo surgimento de outras espécies de patógenos, ou até a ocorrência de raças, estirpes e biovars dentro de uma dada espécie de patógeno (Kobori, 1999). Essas considerações são

válidas para o patossistema *R. solanacearum* – solanáceas, para o qual há uma ampla variabilidade genética do patógeno, o que dificulta o desenvolvimento de medidas efetivas de controle (Uesugi e Tomita, 2002). Deve-se considerar também que existe um campo vasto a ser explorado na busca de materiais resistentes nacionais, que possam apresentar resistência aos patógenos de solo, sem depreciar a qualidade do produto colhido, evitando assim, a dependência por materiais externos (Peil, 2003).

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Jaw-Fen Wang pelo fornecimento das sementes do híbrido Hawaii 7996 do Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) em Taiwan.

Ao Sr. Arildo Mariano Rego, da Empresa Seminis (SVS DO BRASIL SEMENTES LTDA), pelo fornecimento de sementes de tomate cv. Santa Clara.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Campbell, C.L.; Madden, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. Ney York: John Wiley, 1990.532p
2. Cañizares, K.A.L.; Goto, R. Evaluación de tres métodos de injerto em pepino tipo japonés. In: Congreso Panameño, 1, e Congreso Iberoamericano de Aplicación de los Materiales Plásticos em la Agricultura, 1., 1999, Ciudad de Panamá. **Anales...** Madrid: CEPLA (Comité Español de Plásticos em la Agricultura), 1999. p.140-145.
3. Gómez, A.M. **Injerto de hortalizas**. Valência: Generalitat Valenciana. 1997. 88p. (Divulgación técnica, 40).
4. Hayward, A.C. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In: Hayward, A.C.; Hartman, G.L. (Eds.) **Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum***. Wallingford: CAB International, 1994. p.9-24.

5. Kawaide, T. Utilization of rootstocks in cucurbits production in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.18, p.284-289, 1985.
6. Kobori, R.F. **Controle da murcha de Fitóftora (*Phytophthora capsici*) em pimentão (*Capsicum annuum* L.) através da enxertia**. Botucatu, 1999. 138f. Tese (Doutorado em Agronomia / Proteção de Plantas), – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
7. Lee, J.M. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods and benefits. **Hortscience**, Alexandria, v.29, p.235-239, 1994.
8. Lopes, C. A.; Santos, J. R. M. dos. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CNPQ, 1994. 61p.
9. Lopes, C.A. Ecologia de *Pseudomonas solanacearum*. In: Taller sobre enfermidades bacterianas de La Lapa, 1., 1994, Brasília. **Memórias...** Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de EMBRAPA / Hortaliças, 1994. p.17-22.
10. Lu, M.Q. et al. An experiment using grafting for control of tomato bacterial wilt. **Plant Protection**, Tokyo, v.18, p.3-25, 1992.
11. Martins, M.O. et al. Fontes de resistência em tomateiro a *Pseudomonas solanacearum*, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.2, p.17-19, 1998.
12. Morgado, S.H.; Lopes, C.A.; Takatsu, A. Avaliação de genótipos de berinjela para resistência à murcha bacteriana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n.2, p.77-79, 1992.
13. Noda, H.; Pahlen, A. van der; Silva Filho, D.F. Avaliação da resistência de progênie de tomate à murcha bacteriana em solo naturalmente infestado por *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Dows. **Revista Brasileira de Genética**, São Paulo, v.9, n.1, p.55-66, 1986.

14. Oda, M. New grafting methods for fruit bearing vegetables in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki., v.29, p.187-194, 1995.
15. Peil, R.M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1169-1177, 2003.
16. Peixoto, A. R. Controle biológico da murcha bacteriana do tomateiro, por *Pseudomonas* spp. fluorescentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.27, n.1, p.153-160, 1997.
17. Quezado-Soares, A.M.; Lopes, C.A. Resistência de genótipos de tomateiro a biovars I e II de *Pseudomonas solanacearum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.161-165, 1994.
18. Reifschneider, F.J.B.; Takatsu, A. *Pseudomonas solanacearum* no Brasil: aspectos macroepidemiológicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, n.2, p.123, 1985.
19. Rick, C.M.; Laterrot, H.; Philouze, J. A revised key for the *Lycopersicon* species. **TGC. Report**, v.40, p.31, 1990.
20. Robbs, C.F. Tomate - doenças causadas por bactérias. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.11, n.131, p.45-46, 1985.
21. Robbs, C.F. O “moko” da bananeira e outras bacterioses de cultivos tropicais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.8, n.3, p.534-535, 1983.
22. Silveira, N.S.S.; Mariano, R.L.R.; Michereff, S.J. *Pseudomonas solanacearum* no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, 22, n.2, p.97-111, 1996.
23. Takatsu, A.; Lopes, C.A. Murcha bacteriana em hortaliças: avanços científicos e perspectivas de controle. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.170-177, 1997. (Suplemento).

24. 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.
25. Tokeshi, H.; Carvalho, P.C.T. Doenças do tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill. In: Galli, F. (Coord.). **Manual de fitopatologia**. 2ed. São Paulo: Ceres, 1980. v.2, p.551-552.
26. Uesugi, C.H.; Tomita, C.K. Murcha bacteriana. **Revista Cultivar HF**, Pelotas, RS, ano 2, n.11, p.12-14, dez. 2001/ jan.2002.
27. Yamakawa, K. Use of rootstocks in Solanaceous fruit-vegetable production in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki. v.15, n.3, p. 175-180, 1982.
28. Yoshioka, H.; Takahashi, K.; Kogure, K. Studies on the translocation and accumulation of photosynthates in young grafted tomato plants. IV. Behavior of photosynthates in young grafted tomato plant. **Bulletim Vegetable and Ornamental Crops Research Station Series A**, Japan, v.8, p.23-32, 1981.

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE TOMATEIRO ENXERTADAS EM HÍBRIDO RESISTENTE À MURCHA BACTERIANA³

³Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do Periódico Scientia Agrícola.

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE TOMATEIRO ENXERTADAS EM HÍBRIDO RESISTENTE À MURCHA BACTERIANA

RESUMO

A enxertia em hortaliças é utilizada, principalmente, para atribuir resistência aos patógenos do solo, minimizando as perdas de produção em áreas infestadas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e produtividade de plantas de tomateiro enxertadas em híbrido resistente a *Ralstonia solanacearum*, em comparação a pés-francos. O experimento foi conduzido em viveiro (produção de mudas e enxertia) e posteriormente em área de pequeno produtor hortícola localizada no município de Cruz das Almas, BA. A enxertia foi realizada pelo método de fenda cheia utilizando-se como porta-enxerto o híbrido Hawaii 7996 e como enxerto as cultivares Santa Clara, Santa Cruz Kada e Débora Plus, suscetíveis a *R. solanacearum*. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 6 tratamentos (3 enxertados e 3 pés-francos) e 5 repetições, sendo a parcela útil composta por 6 plantas. Avaliaram-se os diâmetros de caule; altura da planta e da primeira inflorescência; distância entre inflorescências e a produtividade comercial de frutos. Foram observados desenvolvimentos semelhantes entre as plantas enxertadas e nenhuma das combinações apresentou incompatibilidade entre porta-enxerto e enxerto. A produção total e massa média de frutos não diferiram para os tratamentos enxertados em relação a seus respectivos pés-francos. A cv. Santa Cruz Kada, tanto enxertada como pés-francos, mostrou-se mais sensível às condições agroecológicas do município de Cruz das Almas, refletindo negativamente na produção e no peso médio dos frutos.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, *Ralstonia solanacearum*, enxertia, fenda cheia, Hawaii 7996.

GROWTH AND YIELD OF TOMATO PLANTS GRAFTED TO A HYBRID RESISTANT TO BACTERIAL WILT

ABSTRACT

Grafting in horticultural crops is utilized essentially to gain resistance to soil plant pathogens, minimizing the losses in infested areas. This work aimed to evaluate the growth and yield of tomato plants grafted to the hybrid Hawaii 7996, resistant to *Ralstonia solanacearum*, as compared to non-grafted seedlings. The experiment was carried out under nursery conditions (seedling production and grafting technique) and under field conditions in a small horticultural farm area in the municipality of Cruz das Almas, State of Bahia, Brazil. Grafting was performed by the clestgrafting method, using the hybrid Hawaii 7996 as rootstock and the cv. Santa Clara, Santa Cruz Kada, and Débora Plus, as scion plants, susceptible to the disease. The experimental design was a completely randomized blocks with 6 treatments (3 scion-rootstock combinations and 3 types of non-grafted seedlings) with five repetitions. The following variables were evaluated: stem diameter, plant height, height of the first inflorescence, distance between inflorescence and yield of commercial fruits. Similar plant development was observed for all scion-rootstock combinations and none of them showed incompatibility. The yield and average fruit weight did not differ among grafted treatments and non-grafted seedlings. The cv. Santa Cruz Kada, grafted plants or non-grafted seedlings, showed more sensitivity to the agroecological conditions of the Cruz das Almas municipality, which reflected negatively in the yield and average fruit weight.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, *Ralstonia solanacearum*, enxertia, clestgrafting, Hawaii 7996.

INTRODUÇÃO

A técnica da enxertia em hortaliças frutos é utilizada nas famílias *Solanaceae* e *Cucurbitaceae*, com o objetivo de conferir-lhes resistência aos patógenos do solo, baixa temperatura, seca, excesso de umidade e aumento da capacidade de absorção de nutrientes. Apesar de ser muito utilizada na produção comercial de mudas de hortaliças em países como Japão, Holanda e Espanha, é uma técnica de uso recente no Brasil (Peil, 2003). Produtores paulistas de pepino japonês já adotam a enxertia como uma alternativa de produção para reduzir as perdas ocasionadas por fungos do solo e nematóides (Cañizares & Goto, 1999).

A murcha bacteriana causada pela bactéria de solo *Ralstonia solanacearum* é uma das doenças do tomateiro que pode ser controlada com o uso da enxertia (Gómez, 1997). Esta bacteriose pode causar perdas variáveis de 10 a 100 % na produção, sendo considerada uma das doenças mais importantes do tomateiro (Lopes, 1994). Seu controle é extremamente difícil, principalmente devido à ampla gama de hospedeiros, alta variabilidade genética e sobrevivência do patógeno no solo por longos períodos (Reifschneider & Takatsu, 1985; Takatsu et al., 1984). 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 (Silveira et al., 1996).

Como alternativa de controle de patógenos radiculares, a enxertia em solanáceas como tomate, berinjela e pimentão e cucurbitáceas tais como pepino, melão e melancia, tem sido bastante utilizada (Kawaide, 1985; Gómez, 1997). 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 o tecido cambial do enxerto e porta-enxerto estejam em íntima associação, para que o tecido possa formar uma conexão contínua (Cañizares, 1998). Este 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).

Em ensaios onde se avalia a enxertia como controladora de doenças de solo a produtividade aumenta quando são utilizados porta-enxertos adequados, em relação às plantas não enxertadas (Lima et al., 2000).

Na região do Recôncavo Baiano, a murcha bacteriana tem inviabilizado o cultivo do tomateiro e outras solanáceas em áreas de pequenos produtores, os quais, em sua maioria, não dispõem de outras áreas de plantio e tem procurado por métodos de controle desta doença. O uso da enxertia surge como um método viável para a produção de cultivares comerciais suscetíveis nessas áreas infestadas, minimizando as perdas na produção. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e a produtividade de cultivares de tomateiro do grupo Santa Cruz, enxertadas em híbrido resistente a *R. solanacearum*, em comparação aos pés-francos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro do Departamento de Fitotecnia da Escola de Agronomia da UFBA e numa área de pequeno produtor hortícola, na Fazenda Santo Agostinho, localizada no município de Cruz das Almas, BA, a 12°40'19" de Latitude Sul e 39°06'22" de Longitude Oeste de Greenwich, tendo 220 m de altitude (Almeida, 1999). O clima é tropical quente e úmido, Aw a Am, segundo a classificação de Köppen. A temperatura e a umidade médias registradas no período de avaliação, outubro de 2003 a fevereiro de 2004, foram de 24,77 °C e 78,40 %, respectivamente.

Como porta-enxerto utilizou-se o híbrido Hawaii 7996, resistente à murcha bacteriana, obtido do Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) em Taiwan. Como enxerto foram utilizadas 3 variedades comerciais do grupo Santa Cruz, suscetíveis a *R. solanacearum*, cv. Santa Clara e cv. Santa Cruz Kada e o híbrido Débora Plus.

1. Produção de mudas de tomateiro.

Para a produção das mudas, utilizou-se como substrato uma mistura de Plantmax® e areia lavada, na proporção 2:1 (v:v). As mudas do porta-enxerto (híbrido Hawaii 7996) foram produzidas em sacos pretos de polietileno (7,0 cm x 18,5 cm) com 500 mL de substrato e as mudas dos enxertos ('Santa Clara',

‘Santa Cruz Kada’ e ‘Débora Plus’) foram produzidas em copos descartáveis com 300 mL de substrato, 8 a 10 dias após a semeadura do porta-enxerto. As mudas a serem utilizadas como testemunhas pés-francos (‘Santa Clara’, ‘Santa Cruz Kada’ e ‘Débora Plus’) foram semeadas no mesmo dia da semeadura do porta-enxerto, também em sacos de polietileno (500 mL), contendo o mesmo substrato.

A enxertia foi realizada com os porta-enxertos apresentando 5 a 6 folhas verdadeiras (30 dias após semeadura) e o enxerto com 3 a 4 folhas verdadeiras (20 dias após semeadura), conforme descrito por Yamakawa (1982). O método utilizado foi fenda cheia, que consiste 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, acima das folhas cotiledonares, deixando de 3 a 4 folhas verdadeiras. Os cortes para enxertia foram feitos com um bisturi, desinfetado com álcool 70 % após cada planta. Utilizou-se para amarrar fitas do plástico Parafilm M[®] (American National Can, Neenah, WI), o qual, devido a sua elasticidade, permitiu melhor união e proteção do ponto de enxertia, rompendo-se espontaneamente após o intumescimento do caule, em virtude da cicatrização, facilitando a sua retirada após o pegamento e evitando injúrias à planta.

Após a enxertia, as plantas foram mantidas em câmara úmida, em viveiro com luminosidade de 50 %. A estrutura da câmara úmida teve as seguintes características: duas bancadas de madeira com 1,0 m de largura, 3,0 m de comprimento, 0,80 m de altura e 0,50 m entre bancadas, cobertas com plástico transparente preso em armação em arco com 1,20 m de altura, feita com tubo PVC ½ polegada. As bancadas foram cobertas com plástico preto e jornal, colocando-se também copos descartáveis com água, espalhados entre as plantas, com o objetivo de manter a umidade do ar em torno de 90 %. As mudas enxertadas permaneceram na câmara úmida por 10 dias e durante esse período foi feito o arejamento da câmara, com o levantamento das laterais do plástico transparente e foi mantida a umidade relativa do ar ideal, borrifando as plantas e molhando o jornais 4 vezes ao dia.

No quinto dia após enxertia, as mudas foram adubadas com 50 mL/muda de solução nutritiva de Hoagland e no décimo dia, o plástico transparente foi retirado, deixando-se as mudas apenas com o sombrite de 50 % para aclimação.

2. Transplante das mudas de tomateiro para o campo.

Aos 13 dias após a enxertia, foi realizado o transplante das mudas enxertadas e pés-francos (com 42 dias após semeadura), para o campo utilizando o espaçamento de 1,0 m entre fileiras duplas, 0,80 m dentro da fileira e 0,50 m entre plantas, com sistema de plantio em quicôncio.

A irrigação foi feita por gotejamento 2 vezes por dia. Para manutenção da umidade e proteção do solo, evitando emergência de plantas daninhas, utilizaram-se folhas secas de mangueira ao redor das plantas como cobertura morta. Adotou-se a condução das plantas em haste única, tutorando-se verticalmente com auxílio de varas de 2,0 m de altura e o amarrio foi feito com fitilho. As brotações laterais foram retiradas à medida que surgiam.

Não foi adotado o controle fitossanitário com produtos químicos, devido ao plantio ter sido realizado próximo a uma área de cultivo orgânico. Adotou-se o controle físico com o uso de armadilhas luminosas e controle cultural por meio da catação manual de frutos e folhas atacados.

Foi feito o raleamento dos frutos deixando apenas 6 frutos/inflorescência, para todos os tratamentos e a capação foi realizada após o surgimento da 6^a inflorescência.

Para a avaliação do desenvolvimento das plantas enxertadas foram analisadas as seguintes características: diâmetro do caule (mm), 2 cm abaixo do ponto da enxertia, no ponto da enxertia e 2 cm acima; altura das plantas do colo ao ponteiro e da enxertia ao ponteiro (cm), no dia do transplante (13 dias após enxertia) e aos 40 e 80 dias após transplante; altura da primeira inflorescência e distância entre inflorescências aos 40 dias após transplante. Para as plantas pés-francos foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas (cm) do colo ao ponteiro; altura da primeira inflorescência (cm) e distância entre inflorescências (cm), aos 40 dias após transplante. Os diâmetros e as alturas foram aferidos utilizando-se paquímetro digital de 150 mm e trena de 3 metros, respectivamente.

Para a avaliação da produtividade foram coletados os frutos comercializáveis (diâmetro \geq 40 mm) e determinada a massa total de frutos e massa média de frutos por parcela.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 5 repetições, sendo a parcela útil composta por 6 plantas (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

Tratamentos	Descrição dos tratamentos
T1	'Hawaii 7996' - 'Santa Clara'
T2	'Hawaii 7996' - 'Santa Cruz Kada'
T3	'Hawaii 7996' - 'Débora Plus'
T4	Pé-franco 'Santa Clara'(Testemunha)
T5	Pé-franco 'Santa Cruz Kada'(Testemunha)
T6	Pé-franco 'Débora Plus'(Testemunha)

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percentagem de pegamento das mudas enxertadas no viveiro foi de 93,4% para todos os enxertos ('Santa Clara', 'Santa Cruz Kada' e 'Débora Plus'), concordando com os dados obtidos por Choe (1989) que, trabalhando com pimentão, observou que a enxertia utilizando o método tipo fenda pode atingir sucessos da ordem de 93 % de pegamento das mudas. No campo, a percentagem de pegamento foi de 98 % para todos os enxertos.

Apesar das cultivares utilizadas como enxerto 'Santa Clara', 'Santa Cruz Kada' e 'Débora Plus' terem fenótipos peculiares, não foram observadas diferenças significativas em seu desenvolvimento, quanto aos diâmetros do caule, com exceção da combinação 'HW7996' - 'Santa Cruz Kada' que apresentou menor diâmetro (2 cm acima do ponto da enxertia), no dia do transplante. Contudo, essa diferença não foi observada nas avaliações realizadas aos 40 e 80 dias após transplante (Tabela 2). Apenas para as épocas de avaliação, foram observadas diferenças significativas para diâmetro do caule, não havendo interação significativa entre época de avaliação e tratamentos. Destaca-se que apenas os valores de diâmetro do caule obtidos no transplante e aos 40 dias após transplante foram diferentes, demonstrando o desenvolvimento dos enxertos no tempo. Já a avaliação aos 80 dias não diferiu significativamente dos valores obtidos aos 40 dias (Tabela 2). Estas observações indicam que, para a

característica diâmetro do caule até 2 cm acima do ponto da enxertia, as avaliações após 40 dias do transplante podem ser dispensáveis.

Tabela 2. Diâmetro do caule (mm) das combinações híbrido ‘Hawaii 7996’-‘Santa Clara’ (HW-SC), ‘Hawaii 7996’-‘Santa Cruz Kada’ (HW-SCK), ‘Hawaii 7996’-‘Débora Plus’ (HW-DP), de plantas de tomateiro no transplante (13 dias após enxertia), e aos 40 e 80 dias após transplante.

Tratamentos	2 cm abaixo do enxerto			No ponto do enxerto			2 cm acima do enxerto		
	T*	40	80	T*	40	80	T*	40	80
HW - SC	6,45a	10,20a	10,74a	9,24a	15,93a	15,94a	5,86a	11,73a	11,73a
HW - SCK	6,37 a	10,19a	10,53a	8,92a	16,00a	16,06a	4,97b	11,61a	11,77a
HW - DP	6,46a	10,51a	10,54a	9,24a	16,07a	16,55a	5,60a	11,94a	12,35a
Médias	6,43B	10,30 A	10,61 A	9,14B	16,00A	16,12A	5,47B	11,76A	11,95A
CV (%)	2,66	3,90	5,36	3,22	4,72	3,34	4,60	6,23	6,52

* T - No transplante.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Segundo González (1999), os sintomas de baixo índice de sobrevivência das plantas enxertadas, amarelecimento das folhas, desfoliação e falta de crescimento, enrolamento das folhas, morte imediata da planta, crescimento excessivo do ponto de enxertia e ruptura do ponto de enxertia, indicam a incompatibilidade entre porta-enxerto e enxerto. Nenhum destes sintomas foi observado nas plantas enxertadas, obtendo-se um bom desenvolvimento das mesmas, não havendo, portanto, incompatibilidade entre o porta-enxerto ‘HW7996’ e os enxertos (‘Santa Clara’, ‘Santa Cruz Kada’ e ‘Débora Plus’).

No ponto do enxerto nasceram raízes adventícias, devido à capacidade do caule do tomateiro de emití-las em condições de alta umidade. Essas raízes morreram logo após a retirada das plantas da condição de câmara úmida e aparentemente não afetaram o desenvolvimento das plantas.

No transplante para o campo, apenas três plantas (num total de 150 plantas enxertadas) morreram devido à quebra no ponto de enxertia. O tutoramento das plantas deve ser feito no momento do transplante, para que o peso da copa não cause o tombamento das mesmas no ponto de enxertia.

Entre as plantas enxertadas, as avaliações da altura do ponto de enxertia ao ponteiro, também indicam um desenvolvimento semelhante para todos os

tratamentos (não havendo interação significativa entre época de avaliação e tratamento), à exceção do ‘Santa Clara’ que na avaliação aos 40 dias após o transplante, apresentou desenvolvimento significativamente mais baixo em relação à ‘Santa Cruz Kada’ e ‘Débora Plus’ (Tabela 3). Essas observações comprovam a hipótese de que todas as copas tiveram desenvolvimento semelhantes, demonstrando sua compatibilidade com o porta-enxerto.

Tabela 3. Altura do ponto de enxertia ao ponteiro (cm) de plantas de tomate, no dia do transplante (13 dias após enxertia), 40 e 80 dias após transplante.

Tratamentos	Altura da enxertia ao ponteiro (cm)		
	T ¹	40 DAP ²	80 DAP
‘HW 7996’ - ‘SC’	10,43 a	91,36 b	132,54 a
‘HW 7996’ - ‘SCK’	12,18 a	103,58 a	151,83 a
‘HW 7996’ - ‘DP’	10,98 a	103,75 a	139,54 a
Médias	11,20 C	99,57 B	141,31 A
CV (%)	11,54	4,82	9,52

¹ T - No transplante. ² DAP - Dias após o transplante.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Com relação à altura das plantas do colo ao ponteiro, na avaliação realizada no dia do transplante, observou-se menor crescimento das plantas enxertadas, quando comparadas aos pés-francos. Isso já era esperado devido ao estresse da enxertia, processo que envolve corte e cicatrização de diversos tecidos, incluindo tecido cambial. Contudo, as plantas enxertadas atingiram um crescimento semelhante ao dos pés-francos após o transplante (avaliados aos 40 e 80 dias), à exceção do pé-franco Santa Cruz Kada que teve maior desenvolvimento em relação à combinação híbrido ‘HW7996’-‘Santa Cruz Kada’ aos 40 dias após o transplante (Tabela 4).

Tabela 4. Altura da planta no transplante (AP), e aos 40 e 80 dias após o transplante, altura da primeira inflorescência (API) e distância entre inflorescências (DEI) aos 40 dias após transplante de plantas de tomateiro enxertadas e pés-francos.

Tratamentos	AP (cm)		API (cm)		DEI (cm)
	T ¹	40 DAP ²	80 DAP	40 DAP	40 DAP
HW7996 -‘SC’	27,02 c	106,72 c	147,65 b	46,33 d	19,16 ab
HW7996 - ‘SCK’	29,02 c	120,22 bc	165,83 ab	75,75 c	27,41 a
HW7996 -‘DP’	28,09 c	118,42 bc	154,28 b	44,43 d	21,01 a
‘Santa Clara’	39,48 b	111,56 c	155,68 ab	111,56 b	10,84 bc
‘Santa Cruz Kada’	45,98 a	137,02 a	177,02 a	137,02 a	9,52 c
‘Débora Plus’	36,36 b	127,76 ab	164,54 ab	127,76 a	9,79 c
CV (%)	5,72	5,79	6,94	8,92	26,11

¹ T - No transplante. ² DAP - Dias após o transplante.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As plantas enxertadas foram mais precoces na emissão da primeira inflorescência, no entanto, à distância entre as inflorescências foi maior em relação aos pés-francos (Tabela 4). Essas alterações podem ter ocorrido devido ao período longo que os pés-francos permaneceram no viveiro, aguardando o pegamento das plantas enxertadas para serem transferidos para o campo, passando um pouco do estágio ideal de transplante (em torno de 28 dias de emergência). Além disso, a enxertia pode ter alterado o equilíbrio hormonal da planta, refletindo no processo de florescimento (Tabela 4). Martins (1992), trabalhando com tomateiro em campo, obteve valores de 36,7 cm e 15,7 cm para altura da primeira inflorescência e distância entre inflorescências, respectivamente, para ‘Santa Clara’ e 50,9 cm e 14,1 cm para ‘Santa Cruz Kada’. Carvalho (2002), em ambiente protegido, obteve para a cv. Débora Max 41,02 cm para altura da primeira inflorescência e 27,22 cm para distância entre inflorescências.

Iniciou-se a colheita aos 43 dias após transplante para o campo, nos tratamentos ‘HW 7996’ - ‘Santa Clara’, ‘HW7996’ - ‘Débora Plus’, ‘Santa Clara’ e ‘Débora Plus’ e aos 48 dias para os tratamentos ‘HW7996’ -‘Santa Cruz Kada’ e ‘Santa Cruz Kada’. Apesar de ter havido diferença significativa entre as plantas

enxertadas e pés-francos quanto à altura da primeira inflorescência, a enxertia não afetou a precocidade das cultivares.

Em relação ao número de frutos, não houve diferença significativa entre os tratamentos, devido à prática cultural de capação da planta e o raleamento da penca, o que limitou o número de inflorescências e de frutos (Tabela 5).

Tabela 5. Número de frutos totais (NFT), massa média do fruto (MMF) e produtividade comercial (P) do tomateiro, para os diferentes tratamentos.

Tratamentos	NFT	MMF (g)	P ¹ (t ha ⁻¹)
'HW 7996' - 'SC'	44,40 a	85,96 ab	13,98 ab
'HW 7996' - 'SCK'	41,20 a	78,89 b	12,18 b
'HW 7996' - 'DP'	50,80 a	81,04 ab	15,20 ab
'Santa Clara'	64,20 a	95,15 a	22,18 a
'Santa Cruz Kada'	40,60 a	71,92 b	11,08 b
'Débora Plus'	61,20 a	79,12 b	18,13 ab
CV (%)	29,74	9,74	29,48

¹Dados calculados para um hectare.

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A produção total e massa média de frutos não diferiu estatisticamente para os tratamentos enxertados em relação a seus respectivos pés-francos, demonstrando com isso, que o processo de enxertia não causou redução na produção (Tabela 5). Apenas para a cv. Santa Clara foi observada maior massa média do fruto, em relação aos pés-francos 'Santa Cruz Kada', 'Débora Plus' e a combinação 'HW7996'-'Santa Cruz Kada'. A massa média do fruto da cv. Santa Clara (95,15 g) também foi superior ao observado por Martins (1992), em cultivo no campo (53 g). Em relação ao 'Débora Plus', a massa média do fruto (79,12 g) foi inferior a encontrada por Carvalho (2002), para o 'Débora Max' (89,05 g), em cultivo protegido. Esses resultados confirmam que os dados de produtividade variam muito em função das condições de cultivo.

As baixas produtividades obtidas (Tabela 5) ocorreram, provavelmente, devido às condições de controle fitossanitário que o experimento foi submetido, evitando-se o controle químico, o que predispõe mais as plantas à ocorrência de pragas e doenças. Baixas produtividades também foram encontradas por Martins

(1992), em cultivo no campo, obtendo 5,32 t ha⁻¹ para ‘Santa Clara’ e 9,71 t ha⁻¹ para ‘Santa Cruz Kada’. No entanto, Loos et al. (2002) obtiveram, em plantio protegido, produtividades de 67,94 t ha⁻¹ para ‘Santa Clara’ e 65,12 t ha⁻¹ para ‘Débora’. Os mesmos autores, avaliando dois tipos de porta-enxertos (Anchor e BGH 3472), obtiveram variações na produtividade para ‘Débora’ e ‘Santa Clara’, quando comparados os pés-francos com as plantas enxertadas. Essas variações não foram observadas neste trabalho.

A cultivar Santa Cruz Kada, tanto enxertada como pés-francos, mostrou-se bastante sensível ao estresse provocado pelos diversos fatores climáticos do período de avaliação, apesar da adoção de irrigação por gotejamento com dois turnos de regas diários. As plantas apresentaram modificação na sua arquitetura, como folhas encarquilhadas e muitos brotos laterais. Além disso, os frutos apresentaram rachaduras provocadas, possivelmente, pela maior sensibilidade à variação de umidade do solo. Essas mudanças na sua fisiologia, podem ter refletido negativamente na produção e no peso médio dos frutos (Tabela 5).

A combinação ‘HW 7996’ - ‘Santa Cruz Kada’ e o pé-franco ‘Santa Cruz Kada’ apresentaram desenvolvimento e produção semelhantes. Portanto, as alterações no desenvolvimento das plantas não foram devido à incompatibilidade entre o porta-enxerto e o enxerto, mas possivelmente devido à menor adaptação dessa cultivar às condições agroecológicas no verão do município de Cruz das Almas, BA.

Observou-se no campo, a incidência de murcha bacteriana nos tratamentos ‘Santa Clara’ (30 %), ‘Santa Cruz Kada’ (20 %) e Débora Plus (10 %), proveniente de infestação natural por se tratar de área de produtor hortícola, onde se cultivam diversas espécies de solanáceas e cucurbitáceas. Os tratamentos enxertados não apresentaram incidência de murcha bacteriana.

Este trabalho demonstrou a compatibilidade entre o híbrido Hawaii 7996 (porta-enxerto resistente à murcha bacteriana) e os genótipos comerciais cv. Santa Clara, cv. Santa Cruz Kada e híbrido ‘Débora Plus’ (suscetíveis à murcha bacteriana), sem afetar negativamente o desenvolvimento e a produtividade das plantas. Foi demonstrada também, a viabilidade de produção de tomates comerciais em área infestada com *R. solanacearum*, utilizando-se o processo de enxertia em porta-enxerto resistente.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor hortícola, Sr. José Augusto Coutinho Cardoso, por ter cedido a área para realização do experimento.

Ao Dr. Jaw-Fen Wanga pelo fornecimento das sementes do híbrido Hawaii 7996 do Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) em Taiwan.

Ao Sr. Arildo Mariano Rego, da Empresa Seminis (SVS DO BRASIL SEMENTES LTDA), pelo fornecimento de sementes de tomate cv. Santa Clara.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. **Informações metereológicas do CNP**: Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas – BA: EMBRAPA – CNPMF. 1999. 35p. (EMBRAPA – CNPMF. Documentos, 34).

CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Evaluación de tres métodos de injerto em pepino tipo japonés. In: CONGRESO PANAMEÑO, 1, E CONGRESO IBEROAMERICANO DE APLICACIÓN DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS EM LA AGRICULTURA, 1., 1999, Ciudad de Panamá. **Anales...** Madrid: CEPLA (Comité Español de Plásticos em la Agricultura), 1999. p.140-145.

CAÑIZARES, K.A.L. A cultura do pepino. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org.) **Produção de hortaliças em ambiente protegido**: condições subtropicais. São Paulo: UNESP, 1998. cap.7, p.195-223.

CARVALHO, L.A. **Comportamento de cultivares de tomate de crescimento indeterminado (*Lycopersicon esculentum* Mill.), em ambiente protegido**. Piracicaba, 2002, 96f. Tese (Doutorado em Agronomia / Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP.

CHOE, J.S. Phytophthora blight of green pepper in Korea. **Extension Bulletin – Aspac, Food Fertilizer Technology Center**. Taiwan, n.302, p.18-25, 1989.

GÓMEZ, A.M. **Injerto de hortalizas**. Valência: Generalitat Valenciana. 1997. 88p. (Divulgación técnica, 40).

GONZÁLEZ, J. El injerto en hortalizas. In: VILARNAU, A.; GONZÁLEZ, J. **Planteles: semilleros, viveros**. Réus: Ediciones de Horticultura, 1999. Cap.9, p.121-128.

KAWAIDE, T. Utilization of rootstocks in cucurbits production in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.18, p.248-249, 1985.

LIMA, M. S.; VERDIAL, M. F.; MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. Avaliação de porta-enxertos para pepino japonês. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, 2000.

LOOS, R.A.; SILVA, D.J.H. da; RIBEIRO, E.H. Avaliação do efeito de enxertia na produção de tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, julho, 2002. Suplemento 2. CD-ROM.

MARTINS, G. **Uso de casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. Jaboticabal, 1992, 65f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

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

LOPES, C.A. Ecologia de *Pseudomonas solanacearum*. In: TALLER SOBRE ENFERMIDADES BACTERIANAS DE LA PAPA, 1, 1994, Brasília. **Memórias...** Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de EMBRAPA / Hortaliças, 1994. p.17-22.

LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M. dos. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CNPV, 1994. 61p.

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

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT** User's Guide. v.8.0. v.1. Cary NC: Sas Institute, Inc., 2000.

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.

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.

YAMAKAWA, K. Use of rootstocks in Solanaceous fruit-vegetable production in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.15, n.3, p. 175-180, 1982.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho avaliou métodos de controle da murcha do tomateiro, causada pela bactéria de solo *Ralstonia solanacearum*.

No trabalho de matéria orgânica, foi demonstrado que a incorporação da parte aérea do feijão guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea*) ao solo infestado com *R. solanacearum*, pode ser considerada uma prática alternativa de controle da murcha bacteriana. Contudo, novos estudos deverão ser conduzidos em condições de campo, para se avaliar o efeito destes adubos verdes, suas concentrações, períodos de incorporação ao solo e incubação, no controle dessa doença, observando-se a sua viabilidade econômica. Na recomendação dos adubos verdes, deve se levar em consideração que a crotalária é indicada para o controle de fitonematóides, como por exemplo, *Meloidogynes* sp., que afeta a cultura do tomateiro, enquanto que o guandu é considerado suscetível.

Na seleção de genótipos de tomateiro quanto à resistência a *R. solanacearum*, os genótipos silvestres apresentaram suscetibilidade à murcha bacteriana, sendo apenas o híbrido Hawaii 7996 recomendado como porta-enxerto. A enxertia das cultivares Santa Clara, Santa Cruz Kada e Débora Plus com esse híbrido promoveu 100 % de controle da murcha bacteriana, demonstrando a viabilidade da enxertia para o controle dessa doença.

A enxertia possibilita a produção de cultivares comerciais e suscetíveis a patógenos radiculares, em áreas infestadas. Contudo, a variabilidade genética de patógenos do solo pode levar a uma quebra de resistência do porta-enxerto. Com isso, a busca por porta-enxertos resistentes deve ser constante (Kobori, 1999).

Os tratamentos com plantas enxertadas apresentaram desenvolvimento semelhante em todo o ciclo da cultura, com ressalva para algumas diferenças que são peculiares a cada variedade, como por exemplo, vigor e peso médio do fruto.

Nenhuma das combinações apresentou incompatibilidade entre porta-enxerto e enxerto. Foi observada uma maior sensibilidade da cultivar Santa Cruz Kada às condições agroecológicas do verão do município de Cruz das Almas, BA. A produção total e massa média de frutos não diferiram estatisticamente para os tratamentos enxertados, em relação a seus respectivos pés-francos, demonstrando com isso, que o processo de enxertia não causou redução na produção.

A técnica da enxertia realizada nesse trabalho, utilizando-se no amarrido do ponto do enxerto fitas do plástico Parafilm M[®] (American National Can, Neenah, WI), funcionou bem. No entanto, como sugestão para novos trabalhos, faz-se necessário adquirir cliques especiais recomendados por Suzuki et al. (1998), para facilitar o processo de enxertia e acelerar o pegamento. Além disso, o custo do Parafilm M[®] é muito alto, encarecendo o processo de enxertia, principalmente para pequenos produtores.

A enxertia manual em hortaliças pode trazer grandes vantagens para o pequeno produtor que possui áreas infestadas com murcha bacteriana e não dispõe de condições para mudar de área ou fazer rotação de culturas prolongadas (5 a 7 anos) com gramíneas, para controlar essa doença. No entanto, é necessário possuir mão-de-obra treinada para realizar tal prática. Já para o grande produtor, a adoção de métodos mecânicos para a realização da enxertia, como os recomendados por Suzuki et al. (1998), pode tornar-se economicamente viável, apesar da mudança de área ser a alternativa mais adotada por esses produtores, quando surgem problemas com patógenos de solo, como a *R. solanacearum*.

Como sugestão para novos trabalhos, a associação da enxertia com a incorporação de adubos verdes, pode resultar num controle mais eficiente e prolongado, já que os adubos verdes permitem uma melhoria nas características físicas e químicas do solo, além de estimularem sua microbiota, podendo tornar o ambiente inóspito a *R. solanacearum* e com isso prolongar o caráter resistente do porta-enxerto.

Referências Bibliográficas

KOBORI, R.F. **Controle da murcha de Fitóftora (*Phytophthora capsici*) em pimentão (*Capsicum annuum* L.) através da enxertia.** 1999. 138 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Proteção de Plantas), – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

SUZUKI, M.; SASAYA, S.; KOBOYASHI, K. Present status of vegetable grafting system. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki., v.32, p.105-112, 1998.

ANEXO

ANEXO A. Ilustrações dos experimentos referentes aos capítulos 1, 2 e 3.



Figura 1. Capítulo 1. Incubação do solo com adubos verdes (A), visão geral do experimento com diferentes fontes de matéria orgânica (B).

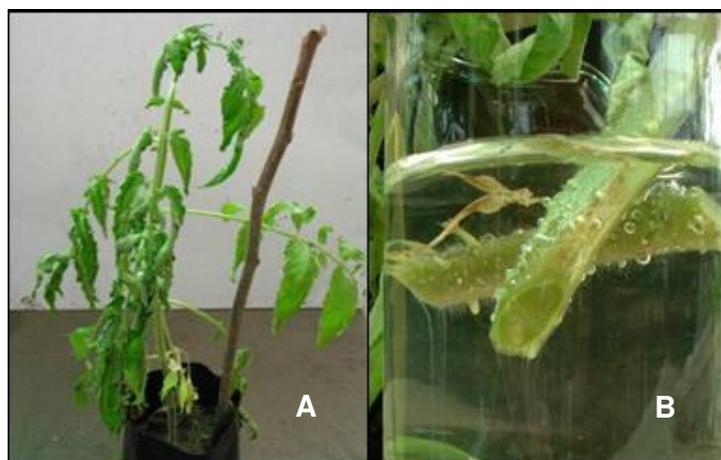


Figura 2. Capítulo 1. Planta de tomateiro com sintoma de murcha bacteriana (A), teste de exsudação bacteriana (B).



Figura 3. Capítulos 2 e 3. Muda de tomateiro enxertada (A), visão geral da câmara úmida (B), mudas de tomateiro com 10 dias após enxertia (C).



Figura 4. Capítulo 2. Visão geral do infectário, com 8 dias (A) e 30 dias (B) após transplante.



Figura 5. Capítulo 3. Visão geral do experimento no campo.